جائزة زايد الدولية للبيئة

عالم البيئة

سلسلة بيئية تصدرها جائزة زايد الدولية للبيئة - دبي - الإمارات العربية المتحدة

الزراعة النظيفة

تأليف الدكتور / محمد صابر

تقديم الدكتور / مصطفى طلبة

2005

سلسلة عالم البيـئة

سلسلة عالم البيئة ، عبارة عن سلسلة كتب علمية ثقافية ، ربع سنوية تصدر عن مركز البحوث والدراسات بمؤسسة جائزة زايد الدولية للبيئة دبي - دولة الإمارات العربية المتحدة .

طبيعة السلسلة :

كتابة المتخصصين لغير المتخصصين .

الأهداف :

تهدف هذه السلسلة ، إلي توفير المعلومة العلمية حول قضايا البيئة التي تهم المجتمع ، بأسلوب بسيط وسلس يساعد في نشر الثقافة والتوعية البيئية ، وفي اتخاذ القرارات التي تتوافق مع أسس التنمية المستدامة .

الفئات المستهدفة :

- تستهدف السلسلة متخذ القرار لمساعدته على اتخاذ القرارات الصديقة للبيئة، والإعلامي والمعلم والمثقف العربي لمساعدتهم على نشر الوعي البيئي ومتابعة مايهم الجمهور من ممارسات تؤثر سلباً أو إيجاباً على البيئة، كما تستهدف الطلاب والباحثين الذين يودون الحصول على معلومات ومؤشرات علمية .

الزراعة النظيفة

تأليف الأستاذ الدكتور / محمد صابر

تقديم الأستاذ الدكتور / مصطفى طلبة

٢٠٠٥م



تقديم جائزة زايد ...

بسم الله الرحمن الرحيم، والصلاة والسلام على أفضل الخلق أجمعين.

أما بعد، أيها القارئ الكريم..

يشكل قطاع الزراعة بشقيه النباتي والحيواني العمود الفقري للتنمية الاقتصادية في الوطن العربي بالرغم من شح الموارد المائية، وتخلف نظم الإنتاج، حتى الدول العربية النفطية لم تتخلّ عن الزراعة لارتباطها بمفهوم الأمن الغذائي وفكرة «من لا يملك قوته لا يملك قراره»، بالإضافة إلى أن الزراعة تشكل بعداً عميقاً في المنظومة الثقافية الاجتماعية لكل المجتمعات العربية.

ومن هذا المنطلق تولى جائزة زايد الدولية للبيئة اهتماماً بالغاً للزراعة كمكون أساسي للنسيج البيئي في الوطن العربي إيجاباً وسلباً. فهي من ناحية الغطاء الشجري تشكل جزءاً هاماً من الرقعة الخضراء وتساهم في مكافحة التصحر وحفظ التوازن البيئي. أما من الناحية الأخرى، فهي تسبب تعرية التربة وتملحها واستنزاف المياه الجوفية والسطحية وتلوث الهواء والماء والتربة، فضلاً عن الحد من التنوع البيولوجي.

في هذا الكتاب الرابع من سلسلة عالم البيئة، يحاول المؤلف تبسيط الرؤية وما أوتي الإنسان من علم في مجال تعظيم الجوانب الإيجابية للزراعة إلى الحد الأقصى، وتقليل الآثار السلبية إلى الحد الأدنى من خلال تطبيق أسس ما يعرف الآن بالتنمية المستدامة.

وكما أراد لها مؤسسها وراعيها، الفريق أول سمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، ولي عهد دبي وزير الدفاع، فإن جائزة زايد الدولية للبيئة تسعى لأن يكون مثل هذا العمل تواصلاً لجهود دولة الإمارات العربية المتحدة في الحفاظ على البيئة على خطى من تتشرف الجائزة بأن تحمل اسمه، المغفور له بإذن الله تعالى، الوالد الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان، الذي اهتم بالزراعة أيما اهتمام ورصد لها من الإمكانات المادية والبشرية الكثير.

ومما يسرنا حقاً أن الدكتور مصطفى كمال طلبه، عضو هيئة التحكيم الدولية لجائزة زايد والمدير التنفيذي الأسبق لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، قد قدم مشكوراً لهذا الكتاب وأشاد بمضمونه الذي نأمل أن يعود بالفائدة على كل أقطار وطننا العربي الكبير.

د. محمد أحمد بن فهد

رئيس التحرير

رئيس اللجنة العليا للجائزة

تقديم السلسلة...

لم تعد نظم الزراعة النظيفة والآمنة صحياً؛ قضية نظرية يتسلى بها هواة وكتاب البيئة، وإنما أصبحت قضية ملحة تهم صحة المجتمع بأسره كما تهم اقتصاد الأمة التائه بين العلاج والدواء.

هناك منتجات زراعية مطروحة في بعض الأسواق العربية مثل الخيار والفراولة على سبيل المثال لا الحصر تحتوي على نسب عالية من متبقيات المبيدات والمخصبات تصل إلى أربعة أضعاف النسب المسموح بها عالمياً، حيث أن سرعة نموها وسرعة قطافها والذي يتم كل يومين تقريباً لا يعطي فترة الأمان اللازمة ما بين الرش والقطاف، مما ساهم في تسرب هذه المتبقيات إلى نظام المنتج وعصارته فأصبحت جزءاً من تكوينه لا يمكن إزالتها بالغسيل وانعكست بالتالي على صحة المستهلك.

يضاف إلى ما سبق أن الدول الغربية (والتي تسمي نفسها بالمتطورة)، تصدر إلى أسواقنا مبيدات ومخصبات غير مسموح باستعمالها في البلد المصدر لها، وحجتها في ذلك أن قوانين بلادنا لاتمنع ذلك، وإذا منعت بعض القوانين ذلك فإن باب التهريب مفتوح على صراعيه.

من الأجدى ألا تتم دراسة الجدوى الاقتصادية ودعم الزراعة النظيفة

بمعزل عن التكلفة التي تترتب على الدولة حكومة وشعباً نتيجة العلاج والدواء وما يترتب على ذلك من أضرار وتعطل عن العمل.

أصبحنا بحاجة إلى جيل من الساسة ومتخذي القرار قادرين على متابعة مستجدات العصر وربطها بقضايا الأمة، قادرين على إعادة النظر بأولوياتهم ومن أهمها صحة المجتمع. جيل قادر على الإدراك بأن زيادة عدد المستشفيات والمراكز الصحية وزيادة مخصصات القطاع الصحي ليست دليل نجاح بل دليل تراجع في صحة المجتمع يجب البحث عن أسبابه ومعالجته بالطب الوقائي مما يخفض نسبة المرض وفاتورة العلاج والدواء.

من المسلمات والبديهيات أن الساسة لن يستطيعوا الوصول إلى ذلك وحدهم وأن عليهم البحث عن علمائنا (وما أكثرهم مهملين أو مهجرين)، لتجنيدهم في مراكز دراسات ومراكز دعم قرار تحدد لمتخذ القرار العلاقة الصحيحة بين الزراعة الآمنة والطب الوقائي وتخفيض فاتورة القطاع الصحي، وإننا واثقون أن متخذي القرار سيذهلون بعد ذلك من حجم المبالغ المُهدرة والتي يمكن توفيرها على المجتمع بأسره، وأن أي دعم للزراعة النظيفة الآمنة لن يشكل إلا جزءاً يسيراً من المبالغ المهدورة، علاوة على تحسين صحة الناس عن طريق الحكمة القديمة ا لجديدة «الوقاية خير من العلاج».

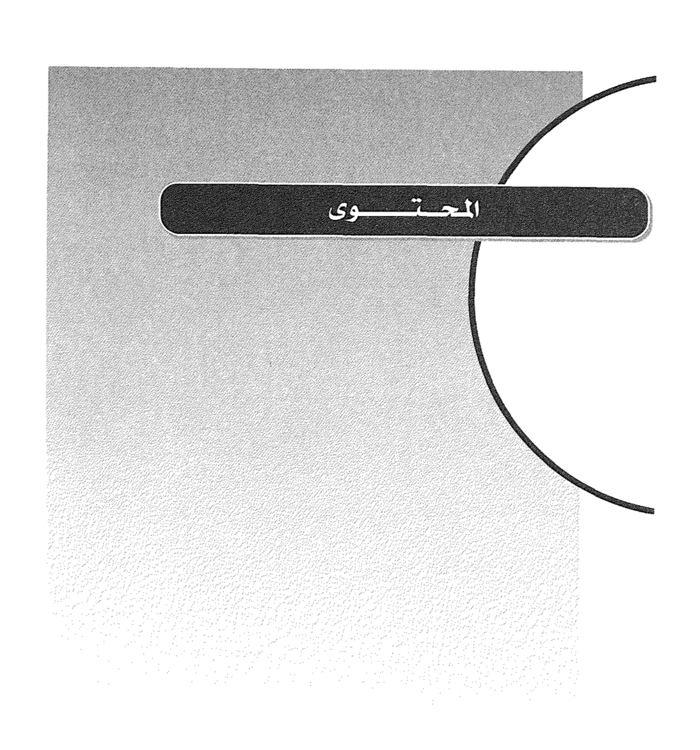
الدكتور محمد صابر اجاد في هذا الكتاب القيم والقى الضوء على جوانب متعددة لهذه المشكلة المعاصرة، وسد فراغاً في مكتبتنا العربية فله كل الشكر والتقدير.

انتهز هذه الفرصة لأدعو إلى الاستمرار في هذا النهج؛ وإلى عقد مؤتمر عربي يحلل قضايا الإنتاج الزراعي الآمن وقضايا الإنتاج المثقل بالمبيدات والمخصبات وأثر كل ذلك على صحة المجتمع وعلاقته بفاتورة القطاع الصحي.

ولعل مثل هذا المؤتمر يتمخض عن مقترحات وتوصيحات تلقي الضوء في طريق متخذي القرار وتحدد لهم معالم الطريق في هذا المضمار.

دكتور مهندس / سفيان التل

مدير التحرير



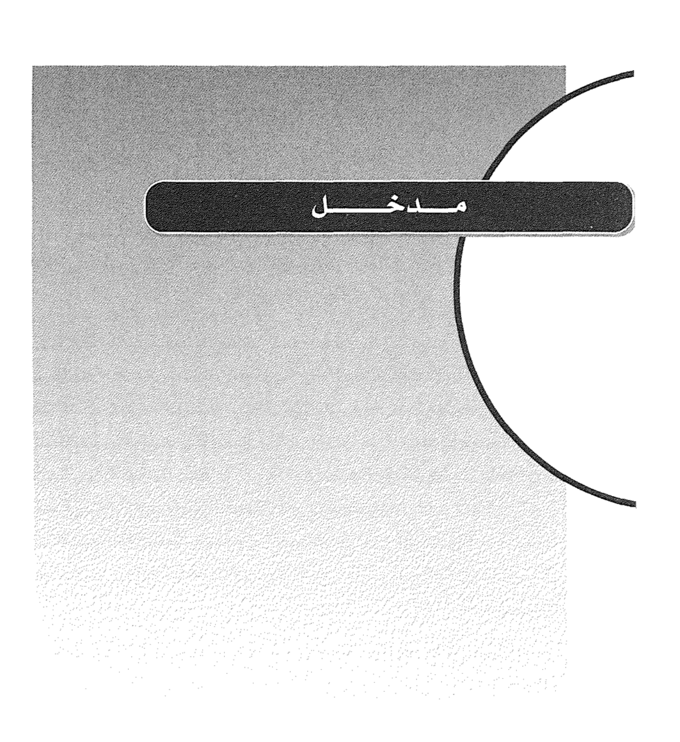
المحتوى



تفاصيل المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة



مدخل

تقديم ...

سارت عمليات التنمية - زراعية وصناعية وبشرية - خلال القرنين الماضيين في طرق نتج عنها إهدار القواعد التي تبنى عليها التنمية ذاتها - الأرض والماء بل وأيضاً الهواء وما بينهما وما تحت الأرض - أو على الأقل تدهور حالته ٠

بدأ العالم يتنبه في الستينات لهذه النتائج الوخيمة عندما بدأ الناس يشعرون بالآثار السلبية للتنمية على البيئة التي يعيشون فيها ٠ عندئذ بدأ البحث عن مفهوم أشمل لقضية التنمية التي استمرت لفترات طويلة تعنى فقط الاستحواذ على الثروة المادية ٠ وتنبه العالم إلى ضرورة أن تتم التنمية دون إهدار لمصادر الثروة الطبيعية المتجددة أو غير المتجددة التي تستند إليها ٠ وهكذا بدأت تظهر مصطلحات التنمية الإيكولوجية - التنمية بدون تدمير - بدائل التنمية - إلى أن انتهينا إلى مفهوم التنمية المستدامة الذى اعتمدته دول العالم في مؤتمر قمة الأرض الذى عقد في ريو دى جانيرو بالبرازيل سنه ١٩٩٢ ٠

واتفقت الآراء على أن التنمية المستدامة ليست وصفة جاهزة للتطبيق وإنما هى تنمية تتضمن في وقت واحد نمواً اقتصادياً يؤدى إلى تكوين الثروة ليستخدم جزء منها في التنمية الاجتماعية التي ترتفع بمستوى عيش الإنسان ويستخدم الجزء الآخر في مزيد من إنتاج الثروة - يتم كل ذلك دون إهدار لأساس التنمية - مصادر الثروة الطبيعية ٠ وقد استمر التطور الفكرى لمفهوم التنمية ليدخل بضمنه مفاهيم ومبادئ الأمن البيئى والمسئولية بين الأجيال وداخل الأجيال نفسها ومبدأ المسئولية المشتركة ولكن المتفاوتة ٠

بعد هذه الخطوة الضخمة بدأت المنظمات الدولية المختلفة تتبنى مبدأ الاستدامة فاتجهت إلى التنمية الزراعية المستدامة والصناعية المستدامة والسياحية المستدامة وهكذا ٠

وتجاوز الحوار هذه المبادئ كلها ليصل إلى قضية ترشيد الإنتاج والاستهلاك ٠ وفي مجال الإنتاج برز مبدأ " الإنتاج الأنظف " - وقد استخدم مصطلح "الأنظف" تأكيد على أن أى عملية تنمية لابد لها من مخلفات وأن التطور العلمى والتقنى المستمر سوف يقودنا في الطريق المؤدى إلى الإنتاج النظيف عبر مراحل متتالية من الإنتاج الأنظف ٠

وفي إطار هذا التطور الفكرى الحديث أدلى الأخ العزيز الأستاذ الدكتور/ محمد صابر بدلوه ليناقش قضية من أهم ما يشغل بال المهتمين بقضايا الزراعة وحماية البيئة ألا وهى- كيف ننتج إنتاجاً زراعياً كثيفا يفي باحتياجات الأعداد المتزايدة من سكان الأرض وفي ذات الوقت يحافظ على مصدرى هذا الإنتاج - الأرض والماء - من التدهور عن طريق الاستخدام غير الرشيد أو التلوث الذى يؤذى الإنسان والحيوان والنبات بل ويؤثر على الجوامد نفسها ٠

جمع الأستاذ الدكتور/ محمد صابر كل خبراته العلمية وقدراته الفذة في الكتابة لإعداد هذا الكتاب ٠ فجمع بصورة لا تبارى بين المادة العلمية الدقيقة والصياغة الأدبية الرقيقة في سياق يفرض على القارئ أن يستمر في القراءة ٠

إننى على ثقة أن هذا الكتاب سوف يلقى الاستحسان والتقدير اللائقين به من المتخصصين الذين سوف يجدون فيه عرضاً علمياً سليماً والمثقفين غير المتخصصين الذين لاشك سوف يجدون متعه في قراءته والإفادة مما فيه من معلومات وحقائق ميسرة ٠

لقد سعدت أن طلب منى الأخ الدكتور / محمد صابر أن أكتب تقديماً لهذا الكتاب ٠ وإننى لانتهز هذه الفرصة لأشكره على جهد رائع يستحق الثناء وأدعو المواطنين في العالم العربى إلى اقتناء هذا الكتاب كمرجع هام لتطور سوف يؤثر على حياه كل فرد منا ٠

د ٠ مصطفي كمال طلبة

المدير التنفيذى الأسبق
لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة

عضو هيئة التحكيم الدولية
لجائزة زايد الدولية للبيئة

تمهيـــــد

لم يكن للإنسان في فجر حياته على كوكب الأرض تأثير يذكر على النظم البيئية، حيث كانت أعداده محدودة للغاية ٠ وكان يعتمد في غذائه على ما يلتقطه من ثمار وأوراق ودرنات النباتات وجيف الحيوانات والطيور النافقة، ويعتمد في كسائه ومأواه على ماتوفره له البيئة من قلف وأخشاب الأشجار وجلود الحيوانات النافقة ٠

وبمرور الزمن تعاظم أثر الإنسان على البيئة حينما عرف الصيد والقنص، وحينما أستأنس وربى الحيوانات والدواجن، وحينما أكتشف الزراعة، التي أستكمل بها سلطانه على النظم البيئية، وبدأ تبديل الكساء النباتى والحيوانى الطبيعى بكساء صناعى يحقق متطلبات حياته ويشبع رغباته وطموحاته ٠

ولا مراء أن الزراعة هى صانعة الحضارات، منها تشكلت وبها دعمت وبنور مشاعلها اهتدت وازدهرت، إنها تراث وتقاليد ومهنة وحياة مارسها الأجداد عبر الزمن وتوارثتها الأجيال المتعاقبة الجيل تلو الجيل ٠ ولا تزال الزراعة على مشارف القرن الحادى والعشرين، بمثابة الركن الرصين الذى يكفل الأمن الغذائى للمجتمعات البشرية في كافة الأنحاء، فإنتاج الغذاء والدواء والكساء لا غنى عنهم لاستمرار الحياة، وإنتاج المواد الخام لا بديل لها في برامج التنمية الاجتماعية والاقتصادية ٠

وفي غضون القرن العشرين شهد العالم جهودا جبارة لتنمية الإنتاج الزراعي باعتباره الركيزة الأساسية التي يمكن الركون إليها لتوفير متطلبات الغذاء والكساء لبني البشر في كافة أرجاء البسيطة. وسعى الإنسان دؤوباً

باحثاً عن الوسائل والأساليب التي تكفل له مضاعفة إنتاجه النباتي والحيواني أفقياً ورأسياً بمعدلات تتماشى مع المعدلات المتزايدة لنمو السكان. وكانت البداية توسعاً أفقياً في مساحة المحاصيل، على حساب النظم البيئية الطبيعية الأخرى ولاسيما في أراضي المراعي والأحراج، حيث تضاعفت مساحة المحاصيل على مستوى العالم عدة مرات.

وعلى الرغم من المساحات الشاسعة التي أضيفت إلى الرقعة المنزرعة، تواصلت معاناة الناس في البحث عن الغذاء والكساء، وبات من المحتم توسيع دائرة الثورة الخضراء باستصلاح واستزراع المزيد من الأراضي مع الاستفادة في نفس الوقت من المنجزات العلمية في مختلف مجالات العلوم الزراعية والأحيائية بوضعها في النطاق التطبيقي، وهو ما عرف في ذلك الحين بالزراعة العلمية أو الثورة الخضراء، التي كانت تستند في منتصف القرن الماضي على استنباط سلالات جديدة من النباتات والحيوانات تتسم بوفرة الغلة ومقاومة الآفات والأحوال البيئية المعاكسة، وعلى تعظيم الاستفادة من الكيماويات الزراعية بكافة أنواعها من مخصبات معدنية ومبيدات كيمائية للآفات ومنظمات للنمو.

وفي أعقاب الحرب العالمية الثانية تحول كثير من المزارعين إلى زراعة المحصول المفرد لما يحققه من عائد نقدي سريع ويزداد الطلب عليه من جراء زيادة تعداد السكان. وقد أدى ذلك إلى إهمال التسميد العضوي واستخدم كميات ضخمة من الأسمدة المعدنية والكيماويات الزراعية، وصاحب ذلك تكثيف ميكنة عمليات خدمة التربة مما كان له أسوأ الأثر على نوعية التربة وتحقيق استدامة التنمية الزراعية. وصاحب ذلك بزوغ مشكلات تلوث التربة والغذاء والمياه، وبدأ الناس يشعرون بتلك التأثيرات السلبية التي تحد بصفة خاصة من صلاحية الغذاء للاستهلاك وتسبب تفشي الأمراض التي قد يستعصي علاج الكثير منها.

وعندما فشلت الثورة الخضراء في تحقيق ما كانت تصبو إليه من تنمية مستدامة، بات الكثير من المستهلكين والمزارعين على قناعة تامة بالتدمير البيئي الذي صاحب نظم الزراعة الكيميائية وبأنه قد أصبح محتماً خفض معدلات استخدام كثير من الكيماويات الزراعية. وصار الجميع مستعداً لتقبل نظم الزراعة النظيفة التي تتسم بتحسين نوعية البيئة وتصون الموارد الطبيعية وتحقق سلامة الغذاء للاستهلاك ٠

دكتور/ محمد صابر

الأستاذ بالمركز القومي للبحوث بالقاهرة

الباب الأول

استدامة التنمية الزراعية



الباب الأول

استدامة التنمية الزراعية

ترتبط حياة المجتمعات البشرية ارتباطاً وثيقاً بنوعية العواقب السلبية والإيجابية المتبادلة بين البيئة وبرامج التنمية الاجتماعية والاقتصادية. وتتأثر حياة الفرد بدرجة كبيرة باستراتيجيات التنمية الجارية في المجتمعات المعاصرة، حيث تتحكم في سرعة نمو المنتجات والخدمات التي تقدم له (النمو الاقتصادي)، وتحدد نصيب مختلف شرائح المجتمع من التنمية (النمو الاجتماعي)، وتصيغ العلاقات الاقتصادية مع العالم الخارجي. وتتباين الدول النامية في مقدار ما تملكه من موارد طبيعية، وفي مستوى طموح برامج التنمية الاجتماعية والاقتصادية بها.

وقد تنبه الناس مؤخراً إلى أهمية تبني مفاهيم جديدة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية يتناغم فيها استغلال الموارد الطبيعية واتجاه الاستثمارات والتطور التقني والتغير المؤسسي في منظومة تلبي متطلبات وطموحات المجتمعات البشرية في إطار تقاليد وأعراف كل مجتمع وهو ما يعرف بالتنمية المستدامة.

وعلى الرغم من بعض التباين في تفسير مضمون التنمية المستدامة فلا ريب أنها تنمية استدامة الإنتاج. ويرى المعنيون بالبيئة أن التنمية المستدامة حتمية، لأنها توفر الغذاء والكساء وتصون الموارد الطبيعية ولا تحمل النظم البيئية المنتجة ما لا تطيق وتراعي قدرتها على العطاء. ويرى الزراعيون أن التنمية المستدامة تدعم إنجازات الثورة الخضراء، وهم يساوون بينها وبين الأمن الغذائي. ويرى الاقتصاديون أن استدامة التنمية

تعبر عن فاعلية الأداء لأنها تستغل الموارد الطبيعية في إطار متطلبات الحاضر ولا تغفل حقوق الأجيال القادمة. ويرى الاجتماعيون في التنمية المستدامة انعكاساً للقيم والأعراف التي تسود المجتمع ويعتبرونها مساراً تنموياً يوائم المجتمعات التقليدية. وفي إيجاز شديد يقصد بالتنمية المستدامة دخول المجتمع في مرحلة نمو اقتصادي متسارع يحقق زيادة تراكمية حقيقية في دخل الفرد.

وتتسم عملية التنمية المستدامة بالديناميكية، وهي تتم في اتجاهين رأسي يهدف إلى زيادة إنتاج وحدة المساحة وأفقي يهدف إلى زيادة مساحة رقعة الإنتاج. وإذا كان على التنمية أن تكون مستدامة وتلبي متطلبات المجتمع، يتحتم السعي الدؤوب لبناء منظومة سياسية تؤمن بالمشاركة الفاعلة للمواطنين في صنع القرار، ومنظومة اقتصادية قادرة على إحداث فوائض في الإنتاج ومعرفة فنية، ومنظومة اجتماعية تقدم حلول للتوترات الناجمة عن التنمية المعاكسة للبيئة، ومنظومة إنتاجية تحترم الحفاظ على قاعدة الموارد الطبيعية، ومنظومة تقنية تداوم البحث عن حلول مناسبة لمشكلات استدامة التنمية، ومنظومة دولية تراعي الأنماط المستدامة للتجارة والتمويل، ومنظومة إدارية قادرة على نقد الذات. ولن يتحقق ذلك إلا في إطار تعاون مثمر بين مختلف الدول وحفز تطبيق التنمية المستدامة على كافة المستويات الدولية والإقليمية والمحلية.

- **نبذة تاريخية**

ذكر بيتر روتاش في عام ١٩٩٧ أن نظم الزراعة مرت عبر التاريخ في ثلاث مراحل رئيسة، مرحلة الزراعة التقليدية ومرحلة نقل وتطويع التقنيات ومرحلة الزراعة المستدامة.

ومنذ أمد سحيق بدأ الإنسان يمارس الزراعة بطرق تقليدية توارثتها الأجيال المتتابعة. وفي تلك الحقبة المبكرة من التاريخ لم يلتفت المزارعون إلى مفاهيم صون البيئة أو الحفاظ على الموارد الطبيعية أو حتى تلبية حاجة السكان المحليين من الغذاء، بل كانت الموارد الطبيعية الزراعية تتعرض لاستنزاف جائر لصالح المستثمرين الأجانب في أغلب الأحيان. وكانت الزراعات التقليدية تعنى بنوعيات معينة من الحاصلات الحقلية والبستانية مثل القطن والموز والمطاط تحتاجها الأسواق العالمية حيث كانت تباع بأسعار بخسة. وقد حدى ذلك بالعديد من الأجانب لاستثمار رؤوس أموالهم في الإنتاج الزراعي في الدول النامية حيث وفرة الموارد الطبيعية ورخص الأيدي العاملة، ناهيك عن الأسواق الشاسعة التي تلهث وراء سلعهم بأسعار مجزية للغاية.

وعلى مشارف النصف الثاني من القرن العشرين بدأ التفكير في تطوير نظم الزراعة في الدول النامية بعد أن تبين عدم جدوى نظم الزراعة التقليدية القائمة على تحقيق الأمن الغذائي وصون البيئة في بقاع شاسعة من مناطق الإنتاج الزراعي. وبات محتما البحث عن نظم زراعية جديدة تحقق أهداف المجتمع المحلي وترشد استغلال الموارد الطبيعية. وبدأ السعي نحو استنباط أصناف عالية الإنتاج من المحاصيل، وتطبيق برامج للتسميد المعدني المكثف، وتوسيع نطاق استخدام المبيدات الكيمائية للآفات والحشائش، ودعم تشييد نظم جديدة للري وبناء السدود لتنظيم استغلال الموارد المائية الشحيحة في كثير من المناطق، وحفر الآبار سعياً وراء المياه الجوفية الصالحة لري الحاصلات الزراعية ولاسيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وفي مجال الإنتاج الحيواني بدأ المزارعون في تربية سلالات من الحيوانات والدواجن عالية الإنتاج، واستخدام علائق مركزة معززة بنوعيات متباينة من الإضافات الكيمائية، ومقاومة أمراض الحيوان باستخدام المستحضرات الطبية البيطرية.

وعلى مدى القرن الماضي بدأ يلوح في الأفق مصطلح «الثورة الخضراء» التي تعرف حالياً بنظم الزراعة الكيميائية بما تتضمنه من إدخال تقنيات جديدة ونوعيات مستحدثة من الكيماويات الزراعية تزيد العائد الإنتاجي للحاصلات الحقلية والبستانية والإنتاج الحيواني. بيد أن تطبيقات الثورة الخضراء لم تكن ناجحة في كل مكان بل شابها وصاحبها بزوغ عدد من المشكلات حالت دون تحقيق الأهداف المرجوة منها، مثل شيوع استخدام كيماويات زراعية بمعدلات فائقة لها تداعيات سلبية على نوعية البيئة ومدى صلاحية الغذاء المنتج للاستهلاك.

وفي غضون العقود الأخيرة من القرن الماضي ظهرت على الساحة مجموعة من البدائل تبشر بالخير وتهدف إلى تهيئة نظم بيئية زراعية تحقق إنتاج غذاء صحي خال من متبقيات الكيماويات الزراعية ومتوازن في محتواه من العناصر الغذائية الكبرى والصغرى. ويتم تحقيق ذلك من خلال الحد أو المنع التام لاستخدام الكيماويات الزراعية، ويستعاض عن ذلك بمدخلات طبيعية من الأسمدة العضوية والكائنات الحية الدقيقة. وتهتم تلك النظم المستحدثة، ومنها نظم الزراعة النظيفة، بتدوير الطاقة والعناصر المغذية داخل النظام البيئى الزراعي، عكس نظم الثورة الخضراء التي تطبق أسلوب التفكير الخطى لمدخلات ومخرجات النظام البيئي الزراعي. وفي الأسواق العالمية، وقليل من أسواق الدول النامية، تكتسب منتجات نظم الزراعة النظيفة ميزة البيع بسعر مجز مما يدعم اقتصادياتها.

وتعتبر نظم الزراعة المواءمة للبيئة بشكل عام بمثابة محاولة لتوسيع نطاق فوائد نظم الزراعة النظيفة في الدول النامية، حيث تجرى محاكاة زراعة محاصيل وبساتين تأقلمت على النمو في نظم بيئية مشابه. بيد أن الممارسات الحقلية أظهرت استحالة النقل الفوري الكامل للنظام البيئي الزراعي من بيئة إلى بيئة أخرى. ومن المحتم تنفيذ ذلك بصورة تدريجية،

مع عدم إغفال الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والثقافية وإمكانيات التسويق وتوفر العمالة أو الميكنة ورخص أسعار الطاقة ٠

ومن بين النظم المستحدثة النظم البيئية الزراعية قليلة المدخلات التي تعتمد بصفة رئيسة على الموارد الطبيعية التي تتوفر محلياً، ويسمح فيها بأقل القليل من المدخلات الخارجية لاستكمال متطلبات الإنتاج وليس كبديل للمدخلات الداخلية. كما تراعى التأثيرات بعيدة المدى المرتقبة لكافة العوامل الايكولوجية (الإيكولوجي هو علم دراسة العلاقة بين الكائنات الحية مع بعضها البعض ومع غيرها من الظواهر الطبيعية) والاجتماعية والاقتصادية لاستخدام الكيماويات الزراعية أكثر مما تراعيه نظم الثورة الخضراء. وتعنى نظم الزراعة قليلة المدخلات بأهمية المعلومات والخبرات المحلية للمزارعين المتوارثة عبر الزمن وتسعى إلى دمجها مع المعلومات الحديثة ومع الخبرات المكتسبة لدى المزارعين من تطبيقات نظم الزراعة النظيفة. وعند اعتبار العوامل الاقتصادية والاجتماعية تكاد تترادف نظم الزراعة قليلة المدخلات مع نظم الزراعة النظيفة ٠

وفي الوقت الراهن يعاني كثير من المزارعين من ظروف طبيعية معاكسة للزراعة والبيئة يصاحبها موارد شحيحة وبنية أساسية متهالكة ألجأتهم إلى استعادة نظم الزراعة التقليدية التي تستند على المعلومات المحلية والتطبيقات الزراعية التي توارثتها الأجيال عبر الزمن. وفي الآونة الأخيرة ألقت كثير من الدراسات الضوء على مدى غنى المعلومات التي تتضمنها تلك النظم. وعلى سبيل المثال، هناك الكثير من أصناف النباتات التي لا يعرفها حتى خبراء الزراعة، ما زالت تزرع في المجتمعات البدائية الفقيرة ويمكن زراعتها في أماكن أخرى متعددة. وقد أدى ذلك إلى شيوع تطبيق نظم الزراعة قليلة المدخلات التي تستند إلى نظم الزراعة التقليدية بين صغار المزارعين الذين لا يتوفر لديهم السبل إلى الموارد الطبيعية الزراعية أو رأس المال. ويعتبر ذلك بمثابة تطوير جذري للنظم التقليدية

أظهر أن كثير من الأفكار القديمة حول المزارع التقليدي كانت مضللة، وبات مؤكدا أن فاعلية صغار المزارعين في استغلال الموارد الزراعية المتاحة لا تقل عن فاعلية المزارعين المعاصرين، وأنهم لا يستهدفون تحقيق إنتاج كبير يمكن تسويقه، بل مجرد تأمين الغذاء لذويهم من خلال تنويع الحاصلات الزراعية في مخاليط من النباتات الحولية وغير الحولية عادة ما تكون متعددة الاستخدامات، مثل زراعة الأشجار التي تستخدم كوقود وثمار وعلف وعلاج ولتربية النحل في نفس الوقت، كما يستخدم روث الماشية كمصدر للطاقة ومواد للبناء وفي تخصيب التربة. ويتسم المجتمع في تلك المناطق بترابط اجتماعي وثيق بين العائلات وحتى الجيران والأقارب مما يدعم الأسرة في تلك المناطق الفقيرة والهامشية. ولا يمكن الادعاء بأن صغار المزارعين لا يعضدون الابتكارات المستحدثة في مختلف مجالات العلوم الزراعية والأحيائية، طالما أنهم يعايشون أحوالاً إيكولوجية واقتصادية صعبة ويستهلكون معظم إنتاجهم الزراعي وليس لديهم أي فرصة لتكوين رأس مال من فائض منتجاتهم. وكل ما في الأمر أن هؤلاء المزارعون يحاولون تجنب المخاطر التي تحيق بهم، والحد من نفقاتهم إلى أدنى مستوى، وهم يفضلون من الابتكارات ما يطيقونه وما يمكن تطبيقه بيسر وبأقل استثمار ممكن وعلى نطاق صغير وبتدريج لا يرهق مواردهم المالية الشحيحة.

وعلى الرغم من المميزات العديدة لصغار المزارعين، فإنهم يعانون حالياً من ضغوط شديدة الوطأة في كل مكان من جراء المنافسات الاقتصادية القوية التي لا تسمح بالنمو والازدهار لغير الزراعات العملاقة، وتترك صغار المزارعين لتفتك بهم الضرائب القاسية التي تفرضها كثير من الحكومات.

•• الناس والبيئة والتنمية المستدامة

يتضح للمتأمل في تطور علاقة الإنسان بالبيئة في غضون القرن العشرين أن هيئة الأمم المتحدة عقدت أول مؤتمر لها عن البيئة عام ١٩٧٢ بمدينة أستكهولم في السويد تحت عنوان بيئة الإنسان، الذي تأسس في أعقابه برنامج الأمم المتحدة للبيئة، استجابة للمخاوف التي استشعرها الناس من جراء العواقب السلبية لتلوث البيئة على صحة الناس. وبعد عشرين عاماً عقد برنامج الأمم المتحدة للبيئة مؤتمره الثاني عام ١٩٩٢ بمدينة ريو دي جانيرو في البرازيل تحت عنوان البيئة والتنمية، بعد أن ثار الجدل بأن برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية تسيء استغلال الموارد الطبيعية وتسبب تلوث البيئة وتدهورها. وبعد عشرة أعوام عقد برنامج الأمم المتحدة للبيئة مؤتمره الثالث بمدينة جوهانسبرج في جنوب أفريقيا عام ٢٠٠٢ تحت عنوان التنمية المستدامة. واختفت لأول مرة كلمة البيئة على المستوى العالمي، على أن تحل محلها مفاهيم التنمية المستدامة. وفي واقع الأمر فإن البيئة تقع تحت عباءة التنمية المستدامة طالما أن التنمية المستدامة تحقق الجدوى الاقتصادية والعدالة الاجتماعية وتصون البيئة وذلك على النحو التالي:

■ **الجدوى الاقتصادية:** في كثير من الأحيان تنشأ المشكلات البيئية في الدول النامية من جراء عدم التنمية أو استخدام آليات غير مناسبة في التنمية.. كما يؤدي انخفاض أسعار المواد الخام التي تصدرها الدول النامية إلى الدول الصناعية في مقابل ارتفاع أسعار الواردات المصنعة، إلى تبني سياسة لاستنزاف الموارد الطبيعية في الدول النامية لحساب الدول الغنية وعلى حساب نوعية البيئة. وتتحقق الجدوى الاقتصادية بحسن اختيار ثلاثة مقومات رئيسة في الاستغلال الرشيد للموارد الزراعية الطبيعية تتمثل في التقنيات والنهج الاقتصادي والآليات الاجتماعية.

وتختار التقنيات المواءمة للبيئة المحلية بما يحقق صون النظم البيئية الزراعية المنتجة وفي نفس الوقت يزيد غلة الإنتاج من الناحتين الكمية والنوعية بأقل قدر من مدخلات عملية الإنتاج. وفي هذا الصدد تسعى نظم الزراعة النظيفة إلى زيادة المنتجات وتقليل المدخلات واستبدالها بمستحضرات صديقة للبيئة مثل استخدام الكائنات الحية الدقيقة في التسميد، والاعتماد عليها في المكافحة الأحيائية للآفات، واستنباط سلالات معدلة من الكائنات الحية النباتية والحيوانية تتسم بغلة إنتاجية وفيرة وبقدرة فائقة على مجابهة التأثيرات المعاكسة. وفي كل الأحوال تختار التقنيات المواءمة للبيئة المحلية وتطوع قبل أن توطن سواء في المناطق الفقيرة أو المناطق الغنية في إطار قدرة النظم البيئية على الحمل.

وفي مجال النهج الاقتصادي برزت مؤخراً فكرة المحاسبة البيئية من خلال حساب التكلفة والعائد، بحيث تقدر تكلفة كافة المدخلات الزراعية بما في ذلك مياه الري، ومدى استنزاف خصوبة التربة، ومقدار ما يحصده الإنسان من المخزون السمكي العالمي. وتقدر كافة العوائد بما في ذلك قيمة المتبقيات الزراعية بعد تدويرها في منتجات سلعية تزيد العائد الاقتصادي وتقلل من الضرر البيئي. وقد أثبتت الممارسات الميدانية أن إدخال تكاليف تدمير البيئة في المحاسبة البيئية وفي حسابات المنفعة والعائد لها دور فاعل في إبراز التكلفة الاجتماعية للنشاط الاقتصادي. ويمكن استخدام سياسات الضرائب ودعم الأسعار كآلية فاعلة تحث المجتمع على رعاية البيئة.

وتحتل مشاركة المجتمع صدارة الآليات الاجتماعية التي تحقق استدامة التنمية الزراعية، على أن تكون في كافة مراحل تخطيط وتنفيذ برامج التنمية، فهي ولا ريب تعكس القبول الاجتماعي. وفي هذا الصدد يناط بمؤسسات المجتمع المدني أداء دور ريادي في تبصير الناس وتوعيتهم للإسهام الايجابي في تحقيق التنمية المستدامة. كما يحتل ضبط السلوك

الاستهلاكي والرضا بالحد من الإسراف مكانة هامة بين آليات العمل الاجتماعي، حيث من المؤكد أن مجتمعات الوفرة تجنح نحو التبذير الذي يعظم الاستهلاك وما يعقبه من زيادة بالغة في كميات المتبقيات والملوثات في مختلف النظم البيئية.

ويرى البعض أن تطبيق آليات السوق قد لا يفي بتلبية بمتطلبات الطبقات الفقيرة في المجتمع ولا سيما في الدول التي تعيش تحت خط الفقر. وعادة ما يؤدي تجاهل آليات السوق إلى سوء تعامل المجتمع مع البيئة وتدميرها وانهيار مستوى المعيشة بين الفقراء. ويظهر تأثير هذا التجاهل جلياً في الدول شديدة الفقر ولاسيما في العالم الثالث التي ترى أن مستقبل مواردها الطبيعية مرهون بتقنيات مستوردة. وعلى الرغم من ضخامة تعداد السكان في تلك الدول، فغالبهم من الفقراء الذين لا يمثلون قوى شرائية يعتد بها، وبالتالي لا تعتد بهم آليات السوق.

ويجب أن تسعى جهود تحقيق التنمية الزراعية المستدامة في المناطق الفقيرة إلى توفير فرص كافية للعمل أكثر من مجرد الضغط على النظم البيئية بغية زيادة الإنتاج. وفي المناطق الغنية يمكن بسهولة زيادة الإنتاج في إطار خفض التكلفة البيئية. وعلى برامج التنمية المستدامة في المناطق الفقيرة مراعاة معاونة الناس على زيادة دخولهم وتدبير أمور معيشتهم وذلك في إطار إستراتيجيات فاعلة تدعم التغيرات على المستويات القومية والإقليمية والدولية.

■ **العدالة الاجتماعية:** تسعى التنمية المستدامة إلى تلبية متطلبات الجيل الحالي والأجيال القادمة، بما يحقق العدالة بين الأجيال. ويتحمل الجيل الحاضر مسئولية توريث الأجيال التالية نظما بيئية سليمة قادرة على العطاء، وموارد غير مستنزفة ولا ناضبة. وقد يتطرف البعض ويقول إن الجيل الحالي يستعير الموارد الطبيعية من الأجيال التالية وعليه الوفاء

برد الأمانة في حالة جيدة. ويتم ذلك من خلال صون النظم البيئية المنتجة بما يحفظ قدرتها على الإنتاج والعطاء. وترتكز التنمية المستدامة، في نفس الوقت، على مجابهة التفاوت البالغ بين الأغنياء والفقراء فالعدل الاجتماعي أساس الاستدامة. ومن الآليات الاجتماعية أيضا ضبط معدلات تزايد السكان التي صارت عبئاً تنوء بحملة النظم البيئية الزراعية، وأدت إلى شيوع الفقر في أماكن كثيرة. ومن أهم ما تمخض عنه مؤتمر التنمية المستدامة في جوهانسبرج الدعوة لمجابهة الفقر من خلال زيادة المعونات التي تقدمها دول الشمال الغنية إلى دول الجنوب الفقيرة، وتحويل النظم الحاكمة في الدول النامية إلى نظم رشيدة قادرة على تحقيق العدل الاجتماعي ومكافحة الفقر.

■ **صون البيئة:** واحد من المقومات الأساسية للتنمية المستدامة، بمفهوم الصون وليس الحماية، فهي لا تستهدف حجب النظم البيئة الزراعية بسياج يحول دون استخدامها، بل تبغي تحقيق رشد الاستخدام الذي لا يفضي إلى تدهور قدرة النظام البيني وتدني قدرته على العطاء والإنتاج، ولا إلى تدهور نوعية البيئة بالتلوث وتراكم المتبقيات في مختلف النظم البيئية. وتنتظم برامج صون البيئة في ثلاث نطاقات تعنى بالأرصاد البيئية التي نستشف بها حالة البيئة ومستوى تدهورها، وتعنى بأساليب إصحاح البيئة وعلاج ما أصابها من ضَرَر، وتعنى ببناء القدرات الوطنية القادرة على تنفيذ برامج الصون، بما في ذلك نشر الوعي البيئي وحفز المشاركة الجماهيرية وتشجيع المجتمع المدني وسن التشريعات البيئية اللازمة لضبط الأداء، وتدبير الموارد المالية للاستثمار في مشروعات الإصحاح.

وتراعي التنمية المستدامة قدرة البيئة على الحمل (تعويض ما يستنزف من كائناتها الحية)، فهي لا ترضى بصيد جائر أو إزالة للأحراج أو استنزاف للموارد الناضبة، ولا تستهدف مجرد تعظيم الإنتاج، بل الإنتاج في

إطار صون النظم البيئية المنتجة. وهناك قلق عام يحيط بسوء استغلال بعض الموارد الزراعية، مثل مياه الري، التي تئن من وطأة معدلات باهظة من الاستهلاك قد لا تكون ضرورية في بعض الأحيان. بيد أن هذا القلق يمكن التصدي له من خلال تقنيات تلبي متطلبات السوق وتحقق حسن إدارة الموارد الزراعية الطبيعية.

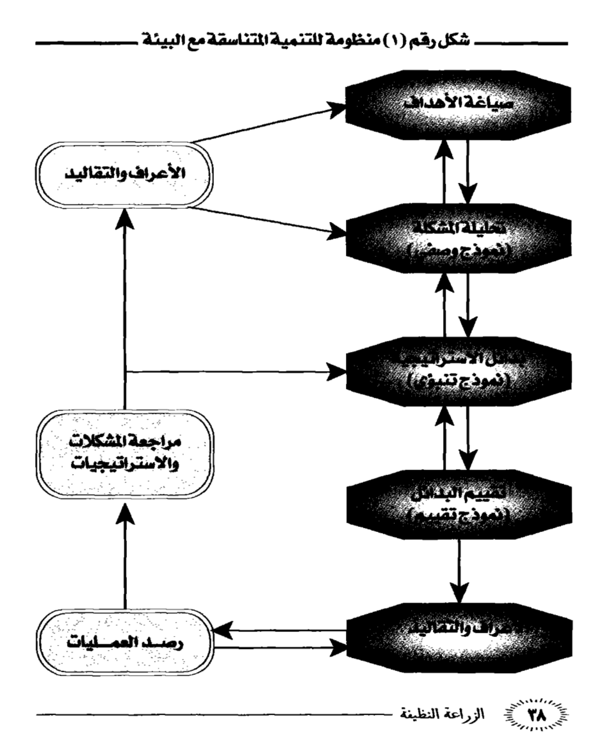
•• التخطيط المتناسق مع البيئة

أدى التوافق بين المجتمعات البشرية وبيئاتهم الطبيعية على مر الزمن إلى إقامة نظام بيئي مرن مستديم العطاء ولاسيما في المجالات الزراعية. وقد حدا ذلك ببرنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى تلمس هذا النهج لوضع منظومة للتنمية المتناسقة مع البيئة على المستويين الإقليمي والمحلي تتناغم مع الإمكانيات المتاحة باستخدام رشيد للموارد بواسطة تقنية مواءمة للبيئة المحلية. ويهدف هذا النهج إلى تحقيق عدة مآرب من أهمها حسن إدارة الموارد وتوفير المتطلبات الرئيسة للناس، وتهيئة نظام بيئي اجتماعي تقبله المجتمعات البشرية، والمفاضلة بالمفهوم البيئي بين بدائل مقومات الإنتاج، وتوسيع نطاق موارد الطاقة البديلة، وتطويع التقنيات واستخدام المناسب منها، وتكوين مؤسسات تتصدى لنهب البيئة، وتكثيف برامج الإعلام والتوعية البيئية.

ويوضح الشكل رقم (١) أن التخطيط لتنمية متناسقة مع البيئة يبدأ بتحديد المشكلات وصياغة الأهداف في إطار قيم وأعراف المجتمع المحلي المتأثر بعملية التنمية. وفي بعض الأحيان قد ينشأ خلاف بين وجهات نظر الشرائح المختلفة للمجتمع نحو الأهداف المرجوة من التنمية المتناسقة مع البيئة. وقد يكون مضمون الخلاف جوهرياً يرتبط بجوهر القضية. وقد يكون هامشياً يناقش مواقيت وأولويات التطبيق على المدى القصير والبعيد.

وفي تلك الحالة يتطلب الأمر إعداد نماذج محاكاة وصفية تحلل المشكلات على المستوى المحلي. وفي المرحلة الثانية تحدد بدائل الإستراتيجيات من خلال بناء نموذج محاكاة تنبؤي، قبل تنفيذ الاستراتيجية بالتوازي مع برنامج للرصد البيئي قادر على تتبع المشكلات ويضمن حسن إدارة التنمية المتناسقة مع البيئة ·

شكل رقم (١) منظومة للتنمية المتناسقة مع البيئة



• مفاهيم التنمية الزراعية المستدامة :

على الرغم من بعض التباين في مفاهيم التنمية المستدامة هنا وهناك، فهي تعني بصفة عامة الإدارة الناجحة للموارد الزراعية بما يحقق المتطلبات المتزايدة للسكان مع مراعاة الحفاظ على مستوى جيد من نوعية البيئة.

وفي عام ١٩٩١ عرف مؤتمر للجمعيات الأهلية استدامة التنمية الزراعية بأنها تصميم يستجيب لاحتياجات المجتمع ويجابه المعوقات الإيكولوجية في منطقة ما، وهي تهدف إلى تحقيق غلة مناسبة على المدى البعيد بدون إتلاف للنظم البيئية، ويتصدر أولويتها تعريف وتطوير الموارد المتاحة في المنطقة من أراضي ومياه وعمالة ورأس مال أكثر مما تعنى بالمدخلات الخارجية. وترى مؤسسات المجتمع المدني أنه لا يمكن استبعاد نقل التقنيات الأجنبية في برامج التنمية الزراعية المستدامة، طالما تتم في نطاق الحد الأدنى من التأثيرات المعاكسة على النظم البيئية المحلية، أو على التكامل الاقتصادي والفيزيائي للسكان المحليين. وتصير الزراعة مستدامة فقط عندما يتكامل البعد الاجتماعي والثقافي لمن يطبقونها مع نظم الإدارة المزرعية.

وترى وزارة الزراعة الأمريكية أن التنمية الزراعية المستدامة هي زراعة من المأمول في المستقبل أن تغل محصولاً وفيراً وتكون قادرة على التنافس وتحقيق الربح وتصون الموارد الطبيعية وتحمي البيئة وترعى الصحة العامة من خلال منتج غذائي آمن يتسم بنوعية جيدة.

ويراها الكونجرس الأمريكى نظام متكامل للإنتاج النباتي والحيواني يدوم عطاؤه على المدى البعيد ويلبي متطلبات الناس من الغذاء والألياف

ويحسن من نوعية البيئة ويصون قاعدة الموارد الطبيعية ويحسن استغلالها ويعظم الاستفادة من الدورات الأحيائية الطبيعية ويطور اقتصاديات الإنتاج الزراعي ويحسن معيشة المزارعين والمجتمع.

ويرى المركز القومي للبحوث الأمريكي أن الهدف النهائي من التنمية الزراعية المستدامة تطوير منظومة زراعية تحقق غلة عالية وربح وفير وتصون قاعدة الموارد الطبيعية وتحمي البيئة وتحافظ على الصحة، ويراها كنظام لإنتاج الغذاء والألياف يطبق مهارات ومعلومات تقلل من التكاليف وتحافظ على معدلات الإنتاج من خلال عدة تطبيقات تتمثل في تطبيق دورة زراعية تحل محل المحصول المفرد، وفي تكامل الإنتاج النباتي والإنتاج الحيواني، وفي تكثيف زراعة البقوليات، وفي تطبيق برامج المكافحة المتكاملة للآفات، وفي مراعاة خدمة التربة بما يصونها، وفي تكامل إدارة عناصر غذاء النبات في التربة، وفي تدوير المتبقيات العضوية في النظام البيئي الزراعي.

ويرى البعض نظم الزراعة المستدامة بمثابة سلسلة من العمليات الديناميكية تعتمد على مشاركة الناس في إدارة الموارد الطبيعية المتاحة، بمعنى أن يتحمل مستخدمو الأرض كامل مسؤولية إدارة بيئتهم بطريقة فعالة اقتصادياً تهدف على المدى البعيد إلى صون قاعدة الموارد الطبيعية للمجتمع المحلي.

ولا تعتبر نظم الزراعة المستدامة بمثابة مرحلة من التنمية يمكن تحقيقها بل هي عملية مراجعة مستمرة للتغير بغية تجنب أو تقليل التطبيقات الزراعية غير المستدامة. وقد أظهرت الممارسات الواقعية عدم إمكانية التحول لنظم الزراعة المستدامة بسرعة ولاسيما تحت ظلال الضغوط والأزمات.

•• كيفية استدامة التنمية الزراعية

ينشأ عدم استدامة التنمية الزراعية بصفة رئيسة من جراء سوء استغلال وإهدار الموارد الزراعية، وجلب وتوطين تقنيات غير مواءمة بيئياً للتنمية المستدامة، والاستجابة لمتطلبات الرفاهية على حساب الاستغلال الرشيد للموارد الزراعية، وتجاهل مفاهيم المحاسبة البيئية للتكلفة والمنفعة في برامج التنمية الزراعية. وحتى يتسنى مجابهة المشكلات البيئية للتنمية يجب عدم إهدار الموارد الزراعية وتطبيق مفاهيم التدوير وإعادة الاستخدام كلما كانت مجدية. وفي هذا الصدد لا يعني صون الطبيعة إيقاف استخدام الموارد الطبيعية أو إلغاء برامج التنمية، بل يعني تعظيم عائد الموارد الطبيعية الزراعية التي تستخدم بالفعل. ويتم ذلك من خلال مراجعة دقيقة لتكاليف تأثير برامج التنمية على البيئة.

وعلى كافة المستويات تتباين أهمية السياقات المتباينة التي تؤثر على استدامة التنمية الزراعية، سواء كانت سياقات إيكولوجية أو اقتصادية اجتماعية أو سياسية أو مؤسسية. ومن المؤكد ترابط وتداخل كل تلك السياقات في منظومة محصلتها بلوغ أو فشل استدامة النظم الزراعية وذلك على النحو التالي:

■ **السياق الإيكولوجي:** يتضمن دورات العناصر الغذائية ومستوى خصوبة التربة وسرعة فقد المواد العضوية منها ومعدلات التسميد العضوي ومستوى تعرض التربة للانجراف. كما تتضمن أيضاً دورات المياه في الكون ودرجة نفاذ المياه في التربة وسرعة الجريان السطحي ومستوى إعادة شحن خزانات المياه الجوفية. وتعني الأبعاد الإيكولوجية بكمية الطاقة الحدية ومدى الاستفادة من موارد الطاقة الجديدة والمتجددة، ومن الموارد الوراثية من حيث تنوع النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة. ويمتد تأثير

الأبعاد الإيكولوجية إلى عدة عوامل أخرى من أهمها تلوث التربة وتدهورها وتجريف طبقتها السطحية وبناء السدود العملاقة.

■ **السياق الاقتصادي:** لن يقبل المزارعون تطبيق نظم الزراعة المستدامة ما لم تدر عليهم دخل كاف يوفي بمتطلبات معيشتهم. وتؤثر حسابات التكلفة والعائد النقدي للإنتاج الزراعي ومدى توفر المصادر البديلة أو الإضافية للدخل بشدة في اتخاذ القرار بمواصلة تطبيق نظم الزراعة المستدامة، سواء بالنسبة لكبار أو صغار المزارعين، فهم يحتاجون أولاً إلى المال الذى يكفل لهم ولأسرهم استدامة معيشتهم، وليس فقط مجرد استدامة نظمهم الزراعية. وبالطبع لا تقتصر السياقات الاقتصادية على مجرد توفير المال، بل تمتد لتؤثر على الاستخدامات البديلة للموارد الطبيعية والعمالة وعوائد النشاط الإنتاجي.

■ **السياق الاجتماعي:** يتضمن توزيع المهام الزراعية بين الرجل والمرآة ويراعي الاعتبارات الاقتصادية والاجتماعية ونوعية المنتجات الزراعية ونظم استغلال الموارد الزراعية المتاحة. وفي العادة تشجع أعراف وتقاليد المجتمع، أو تثبط، كفاءة الاتصال بين أفراد الأسرة الواحدة وبالتالي بين مجمل أفراد المجتمع. وعلى سبيل المثال تؤثر المصاهرة بين العائلات على ميراث وملكية الأراضي الزراعية وبالتالي على سبل إدارتها. وقد يتساءل البعض في هذا الصدد حول مفاهيم ملكية الأرض وماهية حقوق المالكين في تجريفها وسوء إداراتها بغية تحقيق الربح السريع على حساب الأجيال القادمة. ولا ريب أن غياب التواصل بين المزارعين في المناطق المجاورة يؤثر على مدى انسياب المعلومات والأفكار الجديدة النافعة للمزارعين والتي يمكنهم التصدي بها للعديد من مشكلاتهم اليومية.

■ **السياق السياسي:** يتوقف نجاح نظم الزراعة المستدامة على توفر الموارد الطبيعية الزراعية وكفالة الحقوق والواجبات في أطر مؤسسية يناط

بها حماية الناس والبيئة. وعندما يتوجس المزارعون ضمان تلك الحقوق يكون رد فعل المباشر هو الإحجام عن الاستثمار في الزراعة. ومن عوامل نجاح نظم الزراعة المستدامة توفر البنية الأساسية من طرق وأسواق توفر مدخلات الإنتاج وتهيىء تسويق المخرجات. كما تحتاج الزراعة المستدامة إلى خدمات البحوث والتطوير والإرشاد لمعاونة المزارعين فيما قد يواجهونه من مشكلات قد يستعصي عليهم التصدي لها في إطار معلوماتهم المحدودة.

•• الزراعة المستدامة والبيئة

في الماضي لم تنل مسألة البيئة والتنمية الزراعية نفس القدر من الاهتمام الذي باتت تلقاه في الوقت الراهن، حيث كان التوازن دائماً يميل في صالح برامج التنمية. وعلى مر الزمن لجأ الناس إلى تدمير الكساء الأخضر الطبيعي وتبديل النظم البيئية الزراعية الطبيعية بنظم بيئية زراعية صناعية تزرع بمحصول واحد في تتابع مخطط وتتلقى كَماً لا يستهان به من الكيماويات والتقنيات الزراعية. وفي سياق تلك السياسات فقدت الاعتبارات البيئية في التنمية الزراعة مكانتها، وتجلت العواقب المعاكسة في صور شتى منها تدهور خصوبة التربة وانجرافها بل وتجريفها وانهيار تنوعها الأحيائي الطبيعي وغزو كائنات حية دقيقة غير مرغوبة في النظام البيئي الزراعي.

ومع تزايد الضغوط السكانية على الموارد الزراعية الطبيعية وتعاظم المطالب إزاء رفع مستوى المعيشة بات محتما بذل المزيد من الجهد لإعادة التناغم بين البيئة والتنمية الزراعية إلى مستوى مقبول على كافة المستويات المحلية والإقليمية والعالمية. ويتفق الجميع أن البيئة السليمة مطلب رئيس للتنمية الزراعية المستدامة، بل أن صون البيئة يعتبر من الروافد الرئيسة

التي لا تتجزأ عن عملية التمية. وحتى تتحقق استدامة التمية الزراعية، يجب توفير كافة مدخلات الإنتاج الزراعي من موارد وعمالة ورأس المال وتقنيات مواءمة للبيئة المحلية، مع مراعاة غاية الحيطة والحذر في المفاضلة بين البدائل المطروحة بما يكفل بلوغ منظومة متناغمة تحقق الأهداف المرجوة.

ومنذ منتصف القرن الماضي أستشعر الناس تأثيرات محسوسة متبادلة بين البيئة والتمية الزراعية في كل مكان. وعلى الرغم من ذلك مازالت الاعتبارات البيئية في كثير من الدول النامية لا تراعى بدرجة كافية في برامج التمية الزراعية، مثلما لا يلتفت أحد لمجابهة عواقب التمية الزراعية على نوعية النظم البيئية وقدرتها على العطاء.

ولا مراء أن نظم التمية الزراعية السائدة في وقتنا الحالي في كثير من الأماكن تفضي إلى تغيرات جذرية مقصودة وغير مقصودة في النظم البيئية الزراعية المنتجة من جراء سوء استهلاك الموارد الزراعية الطبيعية وبث المتبقيات في مختلف النظم البيئية، وإن اختلفت مدى وطأة تلك التغيرات بين الدول النامية والمتقدمة. وقد تسببت تلك التغيرات في عدم صلاحية البيئة لدعم عمليات التمية المستدامة في أماكن عديدة، وربما تصبح البيئة في بعض تلك البقاع غير صالحة لإيواء الناس أو توفير المتطلبات الرئيسة لمعيشتهم. وقد رصد بالفعل العديد من التأثيرات المدمرة لبرامج التمية الزراعية على نوعية البيئة.

ولا ريب أن مشكلات التصحر التي تعاني منها كافة الأقطار العربية والأفريقية تعتبر إحدى تداعيات سياسات التمية الزراعية التي أتبعت في الاستغلال غير الرشيد للموارد الزراعية من خلال تحميل النظم البيئة الزراعية ما لا تطيق. كما أدت الأساليب الخاطئة في إدارة البيئة مثل الرعي الجائر وإزالة الأحراج إلى تعاظم انجراف التربة وفقد التنوع الأحيائي، ناهيك عن استيراد وتوطين بعض التقنيات غير المواءمة للبيئات

المحلية. كما أدى الإسراف في استخدام تنوع كبير من المبيدات الكيميائية في مكافحة الآفات الزراعية إلى اختفاء عدة أفراد من الكائنات الحية في السلسلة الغذائية مما نتج عنه تدهور النظام البيئى الزراعي وفقد خصوبة التربة وتدني غلة الفدان واحتواء الغذاء على متبقيات من الكيماويات الزراعية، ربما بمستويات ضارة في بعض الأحيان. وفي أغلب الأحيان يعقب انسياب الملوثات من النظم البيئية الزراعية بمعدلات عالية تلوث مياه البحار والأنهار والبحيرات مما يؤدي إلى تحطيم الثروة السمكية من الناحتين الكمية والنوعية. وكثير من تلك الملوثات تبث بمعدلات قاتلة وبعضها على درجة عالية من السمية وتفوق أثاره الهدامة على النظم البيئة ما يبتغي من استخدامه.

وفي الوقت الراهن، تلقى التغيرات في كوكب الأرض سواء في الغلاف الجوي والبيئات المائية والبيئات الأرضية، اهتماماً بالغاً على المستوى العالمي، لما لها من أثر بالغ على الحياة ولاسيما على استدامة التنمية الزراعية. فقد بات من المؤكد أن التدفئة الكونية وتدني نوعية الهواء بفعل الملوثات وزيادة إشعاع الأشعة فوق البنفسجية المصاحب لثقب الأوزون لها أثار سلبية على نمو المحاصيل والبساتين والحالة الصحية للماشية والدواجن.

وفي خضم تلك العواقب البيئية المتشابكة سعي العلماء إلى ضبط إيقاع التغيرات المعاكسة بغية توفير بيئة جديدة تختلف عن بيئة ما قبل التنمية تتسم بتوازن مفرداتها وتوفر متطلبات الحياة للناس وتضمن استدامة الإنتاج الزراعي. ويبدأ العلماء جهودهم بتحديد ماهية التغيرات النافعة وماهية التغيرات الضارة، والتعرف على الموارد الناضبة والموارد المتجددة داخل النظم البيئية. ولن يتسنى الوفاق بين برامج التنمية الزراعية المستدامة ونوعية البيئة إلا من خلال إتباع نظم الإدارة البيئية التي تضمن الاستغلال الرشيد للموارد الطبيعة وترعى في نفس الوقت قواعد صون الطبيعة.

وطوال مدى القرن العشرين تركزت الجهود في تعظيم كم ونوع الإنتاج الزراعي من خلال الاستعاضة عن التسميد العضوي بأسمدة كيميائية سريعة الذوبان واستبدال الدورات الزراعية متعددة المحاصيل بمحصول مفرد تتكرر زراعته في نفس المكان على مدى سنوات طويلة مما وطن الآفات واستنزف عناصر الغذاء من التربة.

ولمجابهة التداعيات المعاكسة التي بزغت في أعقاب تطبيق نظم الزراعة الكيميائية بذلت كثير من دول العالم النامي، في غضون العقود الماضية، جهوداً مضنية وغير مسبوقة لتوفير الطعام والكساء للملايين المتزايدة من السكان، من خلال تطوير برامج التنمية الريفية بنظم زراعية صديقة للبيئة، مثل الزراعة النظيفة، تتسم بالجدوى الاقتصادية وتحقق العدالة الاجتماعية. وقد نجحت تلك الجهود في تعريف المزارعين ببرامج التنمية الزراعية المستدامة، التي تراعي كافة مفردات العلاقة بين البيئة والتنمية، وأصبحت تحتل مكانة الصدارة في برامج التعاون التقني والاقتصادي بين الشمال والجنوب. ويجري حالياً مباشرة تطبيق وتطويع تلك النظم تحت إشراف هيئات المجتمع المدني المحلية ومؤسسات التعاون الدولي ومراكز البحث والتطوير.

وشاع بمرور الوقت استخدام مصطلح التنمية الزراعية المستدامة، غير أن مضمون وآليات التنمية الزراعية المستدامة تباينت بشدة بين مختلف الفئات، فهناك وجهة نظر لمؤيدي نظم الزراعة الكيمائية تتضاد مع وجهة نظر رواد الزراعة النظيفة. وبات كل طرف يروج لقدرة النظام الذي ينادي به في تحقيق الأهداف المرجوة من التنمية المستدامة.

تتسم التقنيات المواءمة للتنمية المستدامة بقدرتها على الحفاظ على الموارد الطبيعية وترشيد استغلالها، ولا تسبب تلوث البيئة، وتحفظ الطاقة، وتعضد إعادة استخدام المتبقيات الزراعية وتدويرها. ومع إشراقة القرن الحادي والعشرين بات جلياً أن تقدم الدول الصناعية وتخلف الدول النامية يعزى بصفة رئيسة إلى تباين مستويات التقنيات المستخدمة في برامج التنمية الزراعية، ولاسيما من حيث ملاءمتها وتطويعها وفق متطلبات البيئة المحلية. وكما تتفاوت مستويات توظيف وتطويع التقنيات من دولة إلى دولة، تتباين أيضا بين مختلف النظم البيئية الزراعية داخل الدولة الواحدة. وبات الأمر يتطلب في كثير من الأحيان ليس مجرد نقل وتطويع التقنيات، رغم فداحة التكاليف، بل يحتم ابتكار وتوليد تقنيات محلية تتواءم مع متطلبات البيئات المحلية المختلفة بمفهومها الأحيائي والتقني والاجتماعي. ومن الجدير بالذكر أن تطوير التقنية بالمشاركة ليس جديداً، فعلى مدى الزمن كان المزارعون المحليون يختارون الجزء الذي يناسبهم من التقنية ويطورونه بما يلبي متطلباتهم الخاصة.

ويشهد العالم على مشارف الألفية الثالثة ملامح ثورة عملاقة في مجال منجزات التقنيات الأحيائية، فهناك على سبيل المثال مستجدات في مجال تربية النباتات والحيوانات تحقق أغراض إنتاجية محددة مع التحكم في مواصفات المنتج. وهناك سلالات مهندسة وراثياً من مختلف الكائنات الحية النباتية والحيوانية الميكروبية تتحمل الظروف البيئية المعاكسة مثل الجفاف والبرد والأمراض والآفات وغيرها. وكل من تلك المنجزات له انعكاسات إيجابية على استدامة نظم الزراعة المستدامة. وفي الماضي القريب كانت التقاوي ميسرة لكل المزارعين، بيد أن الحال تبدل في الوقت الراهن وأصبحت الكائنات الحية المطورة وراثياً لا تتيسر إلا لمن يقدر على دفع الثمن لأنها محمية باتفاقيات الملكية الفكرية وتشريعات الأمان

الأحيائي ولا يجوز تداولها على المشاع. كما أن الكثير منها مزود بتراكيب وراثية تحول دون إنبات بذوره لأكثر من موسم زراعي. ومما زاد الطين بلة أن تلك التراكيب الوراثية قد تنتقل للمحاصيل التقليدية وتمنع نمو بذورها في الموسم التالي مما يلحق الأذى بالمزارع الصغير الذى يزرع نباتات ويربي حيوانات غير المطورة وراثياً.

وقد تسارعت التطورات في مجال التقنيات الأحيائية، وباتت من المسائل التي لا يستوعبها المزارع العادي بل تحتاج إلى خبرة العلماء والباحثين كي تحقق أهدافها. وعلى سبيل المثال تبدأ عملية تطوير النباتات بإيجاد بذور مهجنة وفيرة المحصول مقارنة بالتقاوي التي تتوفر لدى المزارعين، وبالطبع لا يستطيع المزارعون إكثار تلك النوعية المطورة من التقاوي، وليس أمامهم من خيارات سوى شرائها بأسعار باهظة في بداية كل موسم زراعي. ومن ناحية أخرى لا تغل التقاوي المهجنة المحصول المرتقب ما لم توفر لها برامج التسميد المعدني الكثيف الموصي بها. وفي أغلب الأحيان تبيع الشركات المنتجة تلك التقاوي المهجنة كافة المدخلات الزراعية اللازمة لتحقيق الإنتاج العالي في حزمة واحدة بأسعار باهظة. وفي هذا الصدد يجب ألا نغفل الآثار البيئية المعاكسة للاستخدام الكثيف للكيماويات الزراعية، ناهيك عن أن زيادة الإنتاج تؤدي إلى تخفيض الأسعار، الذي يوافق هوى المستهلكين في حين يؤثر سلباً على اقتصاديات المنتجين ولا سيما من لا يطبق منهم منجزات التقنيات الأحيائية، ربما لأنه في مناطق لا تناسب تلك السلالات المستحدثة. ومع بزوغ فجر تقنية المورثات تسارعت التطورات في برامج تربية الكائنات الحية، وبالتالي انعكست على الأحوال الاقتصادية للمزارعين ومربي الحيوانات التقليديين.

وفي عام ٢٠٠٠ صدر في مونتريال بكندا بروتوكول قرطاجنة للسلامة الاحيائية التابع للاتفاقية المتعلقة بالتنوع الأحيائي، وقد صدقت عليه كثير من الدول وصار من التشريعات البيئة واجبة التنفيذ بها. ويثار التساؤل

حول الوضع التشريعي للتقنيات الأحيائية ومعايير الآمان في تطبيقاتها. فقد سجلت كافة الكائنات الحية المطورة وراثياً في براءات اختراع لا يمكن الاستفادة منها على المشاع. وفي كثير من الأحيان سرقت الأصول الوراثية للكائنات الحية قبل تطويرها من دول العالم الثالث ثم سجلت بعد تطويرها في الدول المتقدمة دون ما إشارة إلى مصادر تلك الكائنات الحية. وأصبح محتماً على المزارعين للاستفادة من تلك الكائنات الحية المطورة الحصول على ترخيص لزراعة المحاصيل أو تربية الحيوانات الأصلية التي سلبت منهم قهراً وطورت في الدول المتقدمة. وتعتبر تلك التصرفات ظالمة لأنها تهدد استدامة النظم الزراعية في الدول النامية. بيد أن نظم الزراعة النظيفة ما زالت تتحوط من استخدام الكائنات الحية المطورة وراثيا حتى تستقر معايير الآمان الاحيائي لدى مستخدميها.

•• الزراعة المستدامة والاقتصاد

علينا أن لا نقتصر الاهتمام على العلاقة المتبادلة بين البيئة وبرامج التنمية الزراعية فقط بل يجب أن نعنى أيضاً وبنفس الدرجة من الأهمية بالأبعاد الاقتصادية والاجتماعية. فقد بات ظاهرا للعيان أن أنماط الاستهلاك والضغوط السكانية والفقر ونظم التجارة العالمية وقصور الغذاء لها من التداعيات السلبية على برامج التنمية الزراعية ما لا يمكن تجاهله.

وتؤكد مفاهيم كل من البيئة والتنمية مدى الترابط الوثيق الذي يحيط بهما، فالبيئة هي الظروف والمؤثرات التي تتفاعل مع الناس، والتنمية تبغي إثراء رفاهية المجتمع. ولا شك أن البيئة جزء مكمل للتنمية طالما أن أي أثر على البيئة ينعكس فوراً على مستوى رفاهية الناس. ومن المنتظر أن يولد التعامل مع أي منهما بمفردة أوخم العواقب. وتقع تحت عباءة النشاط الاقتصادي كافة الأنشطة الإنتاجية والاستهلاكية والرأسمالية التي تحقق

انسياب السلع والخدمات والعمالة بين مفرداته، في حين يعتبر النظام البيئي محصلة التدخل بين كافة النطاقات الأحيائية والتقنية والاجتماعية. ويوضح الشكل رقم (٢) مدى التداخل بين تلك النطاقات جميعاً.



شكل رقم (٢) التداخل بين النشاط الاقتصادي والبيئة

وتوضح الأسهم البنية انبعاث الملوثات والمتبقيات المتولدة عن الأنشطة الإنتاجية والاستهلاكية، وتوضح الأسهم الزرقاء إنسياب الموارد الطبيعية إلى الأنشطة الإنتاجية والاستهلاكية. ويعبر هذا الانسياب عن المهام الرئيسة للبيئية في توفير الموارد وتصريف المتبقيات من وإلى النظام الاقتصادي. وتترابط تلك المنظومة من خلال تحول المواد، حيث تستخدم الموارد ولا تستهلك بل تعود إلى النطاق الأحيائي للتدوير وإعادة الاستخدام. وفي الوقت الراهن تحت ظلال عالم تنضب فيه الموارد الطبيعية الزراعية وتشح، أصبحت فكرة تدوير وإعادة استخدام المتبقيات الزراعية حتمية باعتبارها الأسلوب الأمثل لإدارة البيئية الزراعية. وتتمثل الأنشطة المدمرة للبيئة الأحيائية في مسارات الاستنزاف من النطاق التقني إلى النطاق الأحيائي وخارجه.

وبصفة عامة تؤثر البيئة والأنشطة الاقتصادية على رفاهية الناس سلباً وإيجاباً، كما هو مبين في الأسهم الحمراء التي تنساب من كافة المفردات الاقتصادية والبيئية إلى الإنسان في مركز الدائرة، فاستهلاك والسلع والتمتع بالخدمات يهيئ الرفاهية، في حين تضر النفايات السامة والخطرة بالصحة. ويجب ألا نغفل أنه على الرغم من أن البيئة هي مصدر الرفاهية، فهي أيضاً مصدر الكدر والنكد في أعقاب الكوارث الطبيعية.

وتتناول النظرية الاقتصادية مجمل تلك المؤثرات كعوامل جانبية غير مقصودة للأنشطة الإنتاجية والاستهلاكية تؤثر على تكلفة مشروعات التنمية الزراعية وعلى مستوى منفعة المستهلك، والأسلوب المنطقي للتعامل معها هو اعتبارها من مفردات التكلفة من خلال فرض الضرائب والدعم وخلافه. ومن المتوقع أن يعزز هذا التناول الاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية الزراعية. وفي الآونة الأخيرة نهجت كثير من الدول منحى يتحمل بمقتضاه الملوث للبيئة تداعيات أفعاله.

من أهم ما تصبو نظم الزراعة المستدامة إلى تحقيقه توفير الأمن الغذائي للكافة ولاسيما في الأوقات العصيبة. بيد أنه من غير المتصور أن مجرد وفرة الطعام في مكان ما يمكن أن تحل مشكلة نقص الغذاء على مستوى العالم، بل يتحتم عدالة توزيع الناتج الغذائي بما يوفر للجياع سبل الحصول على متطلباتهم من الغذاء والكساء. ويجب النظر إلى قضية الأمن الغذائي في إطار تيسير سبل الحصول على الطعام وليس مجرد توفيره بالكميات المطلوبة. وتتناول سياسات الأمن الغذائي تحسين السبل إلى الموارد الزراعية بغية زيادة الإنتاج الغذائي وتحسين دخل الفقراء في الريف والحضر.

ولا يجب فهم أن المعونات الغذائية تقدم على سبيل الصدقة، طالما يناط بها دور محوري في استراتيجيات الأمن القومي ولاسيما في حالة الكوارث مثل الحروب والزلازل والفيضانات والجفاف. وعلى المدى البعيد يتحتم تمكين السكان المحليين من إنتاج الغذاء لذويهم. وتحت تلك الظروف تصبح الآثار السلبية لبرامج المعونات الغذائية ظاهرة للعيان، لأنها تخفض الأسعار وتؤثر سلباً على اقتصاديات الإنتاج الزراعي للمنتجين المحليين، وبالتالي لا تهدد فقط استدامة النظم الزراعية بل والأمن الغذائي أيضاً.

وفي أغلب الدول النامية يعتمد غالبية السكان على الزراعة في تدبير أمور معيشتهم حيث أن مواردهم النقدية محدودة للغاية ولا تمكنهم من شراء الغذاء المستورد، وبالتالي تستند سياسات توفير الأمن الغذائي على دعم القدرات الذاتية للسكان في إنتاج الغذاء. ويدعم تلك الأنشطة توفير مرافق كافية لتخزين الغذاء. وبصفة عامة فإن استراتيجيات الاتكال على استيراد الطعام من الدول المتقدمة تؤدي إلى التبعية وعدم الأمان بالنسبة للحكومات والأفراد على حد سواء.

وقد بذلت غالبية دول العالم النامي، في غضون العقود القليلة الماضية، جهوداً مضنية غير مسبوقة لتوفير الطعام والكساء للملايين المتزايدة من السكان، من خلال دعم برامج التنمية الزراعية بنظم زراعية صديقة للبيئة، ذات جدوى اقتصادية تحقق العدالة الاجتماعية.

وقد أدى إحياء نظم الزراعة التقليدية لدى صغار الزارعين إلى التأكيد على فكرة المشاركة في تنمية النظم المزرعية والتقنيات، حيث يعتبر المزارعين المحليين بمثابة خبراء في بيئتهم، ولا يجب ألا يقتصر دور الخبرة الأجنبية في تقدير ما يجب عمله بل عليهم معاونة المزارعين المحليين لتقييم مواقفهم واتخاذ قراراتهم فيما يجب أن يطور. كما يعاون الخبراء الأجانب في عملية التغير من خلال تعريف المزارعين بسبل بلوغ مصادر المعلومات والتقنيات وتشجيعهم ونصحهم لتحقيق الأفكار الجديدة، وحثهم على تقييم الابتكارات من خلال رؤاهم الخاصة. كما يمكن أن يضع الخبراء الأجانب الاستراتيجيات وأن يطوروا التقنيات المحلية بالتعاون مع المزارعين المحليين.

ويجب أن تتركز جهود تحقيق التنمية الزراعية المستدامة على توعية ملايين المزارعين الفقراء بالأسلوب الأمثل لاستغلال الموارد الطبيعية الزراعية، مع مراعاة زيادة غلة الأرض والمحافظة على المستويات الحالية للإنتاج وتطويرها بغية توفير فرص جديدة للعمل، وتلبية متطلبات الحضر من الغذاء والألياف والطاقة. وقد أكدت المشاهدات الميدانية أن المعدمين الذين لا يجدون عملاً يقتاتون منه هم أكثر الناس إفساداً للبيئة وإهداراً لقاعدة الموارد الطبيعية.

•• معوقات التنمية الزراعية المستدامة

استدامة النظم الزراعية ليست مجرد حالة من الإدارة المزرعية التي تبقى للأبد متى تحققت، طالما أن أى نظام لا يكون مستديماً بمجرد قدرته

على الحفاظ على مستوى إنتاج مقبول في مواجهة الضغوط وعلى التوائم مع كافة المتغيرات. ويواجه استدامة النظم الزراعية عدة معوقات بعضها من نواميس الكون مثل الجفاف والكوارث الطبيعية وبعضها الأخر بفعل الإنسان مثل التغيرات الاقتصادية العالمية وشحة مصادر الدخل وعدم الاستقرار السياسي والحروب، وذلك على النحو التالي:

- **المعوقات المحلية:** تتمثل في عدم تأمين حقوق استخدام الأرض، وتدني أسعار المنتجات الزراعية، والنقص الموسمي للعمالة بسبب الهجرة، وغياب مصادر بديلة للدخل، وزيادة السكان، وزيادة الطلب على الغذاء، وغياب البنية الأساسية.
- **المعوقات الإقليمية:** تتضمن السياسات الزراعية التي تشجع زراعة عدد محدود من المحاصيل للتصدير، وحقوق الملكية الفكرية، والحد من استخدام الأحراج، وإنشاء المحميات والمتنزهات الطبيعية.
- **المعوقات العالمية:** تشمل مخرجات تيار العولمة ومحددات التجارة العالمية للمنتجات الزراعية والتغيرات التشريعية بالنسبة لصون واستخدامات التنوع الأحيائي.

ومن المؤكد أن الزراعة المستدامة ليست مجرد مرحلة من التنمية يمكن تحقيقها بل هي عملية مراجعة مستمرة للتغير تتجنب وتقليل التطبيقات غير المستدامة. ولن يتسنى تحقيق استدامة نظام زراعي بدون قناعة من يديره من المزارعين المحليين، وبالتالي فإن مشاركتهم في كافة مراحل تخطيط المشروعات الزراعية مع الخبرة الأجنبية، تدعم ولا ريب تحولهم إلى نظم الزراعة المستدامة. ويثار الجدل حالياً حول البدء باستغلال النظم البيئية الزراعية في المناطق الواعدة بتحقيق أفضل عوائد للاستثمارات قبل الانتقال إلى المناطق الهامشية المتاخمة للجبال وفي الأقاليم القاحلة وشبه القاحلة.

الباب الثاني

نظم الزراعة الكيميائية



الباب الثاني
نظم الزراعة الكيميائية

تستند نظم الزراعة الكيميائية على تعظيم غلة الفدان من خلال إضافات كثيفة من تنوع كبير من الكيماويات الزراعية ولاسيما من المبيدات الكيميائية للآفات والأسمدة المعدنية، بصرف النظر عن التداعيات المعاكسة للبيئة أو صلاحية الغذاء المنتج للاستهلاك.

ومع إتباع نظم التكثيف الزراعي بزغت في الآفاق نظم بيئية زراعية جديدة ساعدت على تفشي نوعيات مستحدثة من الآفات الزراعية لم تكن معروفة من قبل، وبات لزاماً مواجهة تلك الأعداد الغفيرة المتنوعة من الآفات واتقاء شر وبلاتها. وكانت أكثر الآليات يسراً وأشدها ضراوة في الفتك بتلك الآفات هي المهلكات الكيميائية من مبيدات الآفات. غير أن الآفات بصفة عامة والحشرية منها بصفة خاصة أظهرت تمرداً على المبيدات الكيميائية للآفات، ولم تعد تستسلم لها بنفس السهولة التي كانت تلقاها في الماضي، بل أعادت تشكيلها الوراثي على هيئة طفرات جديدة مقاومة لفعل المبيدات الكيميائية للآفات. وأسقط في يد الناس، واحتدم صراعها مع الآفات، ودخل في مرحلة تتسم بالعنف والشراسة. وسارع العلماء إلى تعديل وتطوير التركيب الكيميائي للمبيدات الكيميائية للآفات مما جعلها أشد فتكاً وأطول بقاء وأعظم ضراوة بالعشائر الوليدة من الآفات.

وتعالى صراخ علماء البيئة، الإنسان يفسد الكون، إلى أين المصير، وتتابع عقد المؤتمرات والمنتديات التي تناقش قضية الناس والبيئة والمبيدات

الكيميائية للآفات. وتحولت المسألة إلى مناظرة وحوار ساخن بين فريقين، فريق ينادي بمنع استخدام المبيدات الكيميائية للآفات حماية للبيئة وصوناً للحياة، وفريق ينادي بموالاة استخدام المبيدات الكيميائية للآفات إنقاذاً للناس والدواب من الأمراض الفتاكة، وضماناً لتوفير الغذاء للجياع في كثير من الدول النامية. ولم يصل المتحاورون، مع الأسف، إلى رأي قاطع يحسم القضية، وصارت الأمور أكثر تشويشاً في انتظار مخرج يرضي الطرفين. هل نرشد استخدام المبيدات الكيميائية للآفات ونحد من انتشارها؟ هل نستحدث أنواعاً جديدة من المبيدات الكيميائية للآفات تتحلل في البيئة بعد أن تؤدي دورها في القضاء على الآفة المستهدفة؟ هل نجد في البحث عن وسائل جديدة ومبتكرة لمكافحة الآفات لا نفسد الزرع ولا تهلك الضرع؟

وبات مؤكداً لدى الكافة أن تراكم المبيدات الكيميائية للآفات في البيئة له مخاطر عديدة، وأن اجتثاث تلك المخاطر كلية يعتبر ضرباً من ضروب الخيال، وكل ما في وسعنا في هذا الصدد هو أن نقلل بقدر الإمكان من مخاطرها المرتقبة. ويتحتم علينا أن نوازن بين منافع ومضار المبيدات الكيميائية للآفات في إطار جدوى اقتصادية وفنية تراعى فيها الأبعاد الاجتماعية بما يحسم الأمر، ويمهد السبيل أمام توصية علمية سليمة تمكننا من وضع سياسة تكفل حماية البيئة والناس.

ومن المعروف أن الآفات الزراعية تهلك ما لا بين ٢٥- ٣٥٪ من إجمالي الناتج الزراعي على مستوى العالم، ١٤٪ منها بسبب الآفات الحشرية، و١١٪ منها نتيجة أمراض النبات المختلفة، و١٠ ٪ منها بسبب مزاحمة الحشائش للمحاصيل الزراعية. وقد يرى الكثير أن إهدار ثلث الإنتاج الزراعي العالمي نهباً للآفات الزراعية في عالم يموج بملايين الجياع، أمر يجب التريث فيه بحكمة بالغة.

وتستخدم المبيدات الكيميائية للآفات، إلى جانب مكافحة الآفات

الزراعية، في عدة مجالات أخرى يتصدرها مكافحة الحشرات الناقلة للأمراض مثل بعوض الملاريا وبراغيث الطاعون وقمل التيفوس وذباب مرض النوم والعمى والرمد وقواقع البلهارسيا. وتشير بيانات منظمة الصحة العالمية إلى أن ما يقارب ٨٠٠ مليون نسمة يعانون كل عام من أمراض الملاريا والفلاريا والبلهارسيا، وأن استخدام مبيد الحشرات (دي. دي. تي) أنقذ، في غضون العقود القليلة الماضية، ملايين البشر من الملاريا والعمى.

وتعبر تلك المؤشرات عن طبيعية الصراع المرير الذي يخوضه الإنسان ضد الآفات، وهو يبذل غاية الجهد والعرق لتوفير الغذاء والكساء لبني جنسه، وبين يديه أسلحة كيمائية فتاكة يطالبه علماء البيئة بالتخلي عنها. وإذا كان علينا أن نتعايش في وئام مع تلك الكيماويات الفتاكة، نتناولها ونشربها وندفعها إلى نخاع عظامنا، فيجدر بنا أن نعرف شيئاً عن طبيعتها وقوتها وتأثيراتها على الصحة والبيئة.

ومن ناحية أخرى، وعلى الرغم من تصاعد الوعي والتحذير من مشكلات تلوث التربة الزراعية بالكيماويات الزراعية، فقد أصبحنا نعايش على مشارف القرن الحادي والعشرين مناطق شاسعة من التربة الملوثة التي تؤثر سلباً على نوعية الغذاء ومدى صلاحيته للاستهلاك الآدمي والحيواني على حد سواء، وعلى نوعية البيئة بصفة عامة. وفي غضون العقد الماضي بدأ تنفيذ العديد من البرامج لمجابهة وعلاج مشكلة تلوث التربة في عدد من الدول الصناعية المتقدمة من خلال برامج لإدارة المخاطر وتنظيف التربة.

وينشأ تلوث التربة في أعقاب العديد من الأنشطة المعادية للبيئة ويحدث على مستويات متباينة للغاية. وهو ينشأ من السقط الجوي للملوثات وانتشارها فوق سطح مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية،

كما ينشأ من إضافة الملوثات والمواد المشوبة إلى التربة مثل تصريف النفايات الصناعية بها والاستخدامات غير الرشيدة للكيماويات الزراعية ولاسيما الأسمدة المعدنية. وفي العادة يكون لتلوث التربة تداعيات وخيمة على البيئة والصحة العامة، ويفضي إلى فقد واحد من أهم الموارد الطبيعية الزراعية. ومن الأمثلة الصارخة لتلوث التربة ما تتعرض له المناطق الزراعية المتاخمة للمسابك وللطرق السريعة حيث يتسقط على سطحها يومياً كميات كبيرة من عنصر الرصاص تنتقل إلى الغذاء.

وقد تلقت التربة منذ بداية الثورة الخضراء كميات ضخمة من أسمدة النيتروجين تفوق بمراحل ما يمكن أن تمتصه المحاصيل مما أدى إلى انسيابه إلى المياه الجوفية والسطحية مما يقل من صلاحية المياه للاستخدامات المختلفة. كما أدى التسميد بجرعات كثيفة من الأسمدة الفوسفاتية إلى تشبع التربة بالفوسفات وزيادة تركيز الكادميوم بها. وطوال القرن الماضي استخدمت كميات مهولة من المبيدات الكيميائية للآفات المحتوية على عناصر ثقيلة مثل النحاس والرصاص والزرنيخ والزئبق وكثير من السموم العضوية الطبيعية مثل بيرثريوم والنيكوتين.

وفي الوقت الحالي يعتبر علاج مشكلات تلوث التربة من المسائل المستعصية ناهيك عن تكلفته الغالية. وحتى وقت قريب كان الإجراء المتبع هو منع الناس من الاقتراب من المنطقة الملوثة وإحكام عزلها عن موارد المياه الجوفية وتجريف تربتها ونقلها بما تحتويه من ملوثات ودفنها في مناطق نائية. بيد أن تلك الطريقة البدائية تتسم بالتكلفة الباهظة ولا تقدر عليها الدول النامية. ومع التطورات العلمية الحديثة بزغت في الأفق تقنيات جديدة تستطيع التخلص من الملوثات القاطنة داخل التربة في موقعها بدون نقلها وبسرعة لا بأس بها بيد أنها جميعاً ما زالت من التقنيات المكلفة التي لا تطيقها أغلب الدول النامية.

ويتحتم التصدي لمشكلات تلوث التربة من خلال وضع إستراتيجيات تبدأ بالتعرف على نوعية الملوث القائم وحجمه ومدى انتشاره، ثم نتخير التقنيات المناسبة، وربما لا تكون الأحدث طالما أن البعد الاقتصادي هام للغاية، مع التأكد من عدم هجرة الملوثات من منطقة إلى منطقة.

•• المبيدات الكيميائية للآفات

لا ريب أن المبيدات الكيميائية للآفات تحمل بين طياتها تاريخاً مشيناً في تلويث البيئة وإيذاء الناس والكائنات الحية. وعلى الرغم من ذلك ما زال الإنسان يبث كل عام ما لا يقل عن ثلاثة ملايين طن من المبيدات الكيميائية للآفات داخل البيئة، بمعدل نصف كيلوجرام لكل فرد على مستوى العالم. ويبث قرابة ثلثي تلك المبيدات في الدول المتقدمة، وهي بذلك تعتبر في طليعة الكيماويات السامة التي تنساب عن قصد بكميات ضخمة داخل النظم البيئية.

ورغماً من التداعيات المعاكسة للبيئة الناجمة عن استخدام المبيدات الكيميائية للآفات، ناهيك عن الأمراض التي طالت ملايين العمال العاملين في مصانع المبيدات، والمزارعين الكادحين في حقولهم، والمستهلكين في كل مكان من جراء التعرض لتلك المركبات السامة، فمازال البعض يرى أن فوائدها ربما تفوق أذاها، فهي آداه رئيسة لمجابهة كثير من أمراض البشر والحيوانات والنباتات. وفي نفس الوقت يدعي مؤيدو نظم الزراعة الكيميائية أنه في غيبة استخدام المبيدات الكيميائية للآفات تتدني الغلة وتشيع المجاعة في مناطق شاسعة من العالم، وتزداد أسعار الغذاء ما بين ٥٠ – ٢٠٠٪ حسب كل محصول، بما يفوق القدرات الشرائية للفقراء.

وفي العقود الأخيرة من القرن العشرين استهلكت في كافة أنحاء العالم كميات ضخمة من المبيدات الكيميائية للآفات فائقة القدرة على البقاء في

البيئة مما حدا بالمستهلكين والمعنيين بالبيئة إلى ممارسة ضغوط شديدة على المنتجين، أتت أكلها حين نجحت بعض الشركات في إنتاج جيل مستحدث من المبيدات الكيميائية للآفات أكثر أماناً في الاستخدام وأقل بقاءً في البيئة والغذاء.

وفي الوقت الراهن يرى البعض أنه من غير المعقول تبني فكرة الامتناع كلية، وعلى حين غرة، عن استخدام المبيدات الكيميائية للآفات، إذا كنا نرغب في الحفاظ على إمدادات رخيصة وثابتة للغذاء. وتلوح في الأفق إمكانية خفض معدلات استخدام المبيدات الكيميائية للآفات بتطبيق نظم بديلة للتعامل مع الآفات، مثل المكافحة المتكاملة للآفات، التي ما زالت لا تلقى الدعم الكافي من المسئولين في قطاعي الصناعة والزراعة بل ومن المزارعين والمستهلكين أيضاً. وفي هذا الصدد دائماً ما تكون القدرة على التغير في أيدي المستهلكين من خلال ممارسة قوتهم الاقتصادية في المطالبة بتقليل الاعتماد على المبيدات الكيميائية للآفات الكيميائية. ومن المأمول أن يكون التغير حتمياً ويؤدي إلى إمداد غذائي أكثر صحة للمستهلكين وإلى تدهور بيئي أخف وطأة.

•• ماهية المبيدات الكيميائية للآفات

المبيدات الكيميائية للآفات هي مواد طبيعية أو مشيدة تصنع بصفة رئيسة لقتل ومكافحة الكائنات الحية التي تهلك الزرع والضرع. وتتضمن تلك الآفات تنوع ضخم من الكائنات الحية من النباتات والحيوانات والحشرات والكائنات الحية الدقيقة، وكلها كائنات غير مرغوبة لأسباب اقتصادية.

ويشيع استخدام أربع مجموعات رئيسة من المبيدات الكيميائية للآفات، المجموعة الأولى هي مجموعة الكلورينات العضوية ومنهاددت

والألدرين والأندرين والهبتاكلور. ويتصف أفراد تلك المجموعة بالثبات في البيئة لفترات ممتدة قد تتعدى خمسين عاماً في بعض الأحيان. وقد منع استخدام أغلب أفراد تلك المجموعة على المستوى الرسمي في كثير من الدول.

وتشمل المجموعة الثانية المبيدات الكيميائية للآفات من الفوسفات العضوية، ومنها الباراثيون والملاثيون. ويتسم أفراد تلك المجموعة بشدة السمية وقصر فترة تواجدها في النظام البيئي الزراعي، ومنها ما تأكدت قدرته على توليد السرطان في الإنسان، وأغلبها يسبب سمية عصبية متأخرة، وتحظر كثير من دول العالم في الوقت الراهن استخدام أفراد تلك المجموعة من المبيدات الكيميائية للآفات.

وتضم المجموعة الثالثة المبيدات الكيميائية للآفات من الكاربامات العضوية، وهي الأكثر شيوعاً، وتتضمن نحو ثمانية مبيدات من أهمها السيفين المسبب للسرطان . وتؤثر تلك المجموعة على الإنزيمات المسئولة عن نقل الإشارات والنبضات من المخ إلى سائر عضلات الجسم مما يفضي إلى إصابة الحشرة بالشلل.

وقد ظهرت المجموعة الرابعة من المبيدات الكيميائية للآفات، مجموعة البيروثرويد، منذ قرابة ثلاثة عقود، وهي من أصل نباتي وتحضر صناعياً، وبعض أفرادها شديد السمية وأغلبها على درجة كبيرة من التخصص في استهداف الآفة المرجوة.

وتتركب المبيدات الكيميائية للآفات من جزئين رئيسين، هما المادة النشطة والمادة أو المواد الخاملة. وعادة ما يلي تصنيع مبيد الآفات في صورته النقية نسبياً تشكيله إلى شكل صالح للاستخدام المباشر أو للتخفيف المتبوع بالاستخدام. والمادة النشطة في مبيد الآفات هي المسئولة عن قتل أو مقاومة الآفة المستهدفة، وقد تستخدم مادة نشطة مفردة في

منتجات مختلفة لاستخدامات متباينة. في حين أن المواد الخاملة فهي تلك المواد غير النشطة في مهاجمة أو مكافحة آفة معينة. وتعمل المادة الخاملة، بصفة عامة، كمادة حاملة للمادة النشطة، أو قد تضاف لرفع كفاءة أدائها. وتساعد المواد الخاملة في أغلب الأحيان في تخفيف المادة النشطة مما تهيئ استخداماً أكثر سهولة وفاعلية. وهناك ما يزيد عن ١٢٠٠ نوع من المواد الخاملة التي تستخدم في تراكيب المبيدات الكيميائية للآفات. وفي هذا الصدد يشيع استخدام المياه والكيروسين ونشا الذرة والمنظفات والمذيبات المكورة. ومن الجدير بالذكر أن المواد الخاملة في بعض المبيدات الكيميائية للآفات قد تكون أكثر ضرراً من المادة الفعالة، لأن المادة الخاملة ربما تكون نشطة كيمائياً أو أحيائياً. بيد أن التركيب الكيماوي لكثير من المواد الخاملة غير معروف للجمهور ويعتبر من الأسرار التجارية وتنتج المبيدات الكيميائية للآفات في أشكال مختلفة منها مساحيق التعفير والمساحيق القابلة للبلل والمحببات والرزاز والسوائل والطعوم والمنقوع والدخان.

•• مجالات استخدام المبيدات الكيميائية للآفات

تستخدم المبيدات الكيميائية للآفات في مجالات عديدة يتصدرها بجدارة قطاع الإنتاج الزراعي الذى يستهلك قرابة ٦٨٪ من مجمل الإنتاج العالمي للمبيدات الكيميائية للآفات في مكافحة الآفات الحشرية والفطرية والبكتيرية والنيماتودا والقوارض والحلم والحشائش. ويستخدم حوالي ٩٠ ٪ من المبيدات الكيميائية للآفات الزراعية في أربعة حاصلات فقط هي الذرة والقطن وفول الصويا والقمح. كما أنها تستخدم في مكافحة ما بين ٨٠ إلى ١٠٠ ألف مرض نباتي ينشأ عن الفيروسات والبكتريا والفطريات والطحالب، ونحو ١٠٨٠٠ صنف من الحشائش تتسبب في أضرار اقتصادية خطيرة، وما يقارب ١٠٠ ألف صنف من الحشرات تهاجم النباتات.

وفي نفس الوقت تستخدم المبيدات الكيميائية للآفات في أغراض عديدة أخرى في مجالات الرعاية الصحية للناس والحيوانات الأليفة وإنتاج المنظفات المنزلية وتطهير حمامات السباحة وملاعب الجولف ومعدات المستشفيات وصالونات الحلاقة والتجميل وستائر الحمامات وفي حفظ الخشب ومطاردة الحشرات المنزلية ومكافحة البراغيث.

• تداعيات استخدام المبيدات الكيميائية للآفات

هناك العديد من التداعيات المعاكسة التي رصدها العلماء في أعقاب الاستخدام طويل الأمد للمبيدات الكيميائية للآفات. وتظهر تلك التداعيات على صحة الناس وعلى مدى صلاحية الغذاء للاستهلاك وعلى كافة مفردات النظم البيئية من تربة ومياه سطحية ومياه جوفية وتنوع أحيائي وغلاف جوي.

- **صحة الناس:** يتعرض الناس إلى المبيدات الكيميائية للآفات خلال تصنيعها وتعبئتها ونقلها وخلطها واستخدامها وانسكابها، ناهيك عن التسمم العارض والعمل في حقول تعرضت لمعالجة حديثة بمبيدات كيميائية للآفات.

وتشير تقارير منظمة الصحة العالمية إلى أن أكثر من مليون نسمة يصابون كل عام بالتسمم من المبيدات الكيميائية للآفات، ويتوفى منهم ما بين ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ نسمة. وتلك هي البيانات الرسمية المعلنة، وهي ولا شك لا تعبر عن الواقع، لأنه من المؤكد أن كثيراً من حالات التسمم بالمبيدات الكيميائية للآفات لا تسجل ولاسيما في الدول النامية، من جراء قصور الموارد اللازمة لرصد التأثيرات الصحية المعاكسة للمبيدات الكيميائية للآفات، ناهيك عن صعوبة تشخيص أعراض التسمم بالمبيدات الكيميائية للآفات، التي تتطلب طبيباً على مستوى عالٍ من الخبرة. وتشيع

في دول العالم الثالث حالات التسمم والوفاة في أعقاب تناول منتجات زراعية بها مستويات عالية من متبقيات المبيدات الكيميائية للآفات. وتقدر منظمة الصحة العالمية أن نحو ٣٧٥ ألف حالة تسمم من الكيماويات الزراعية تقع كل عام في الدول النامية، بمعدل حالة واحدة كل دقيقة، ويموت من هذا العدد شخصان كل ساعة ونصف الساعة. ومعظم تلك التأثيرات الصحية المعاكسة للمبيدات الكيميائية للآفات تكون حادة، حتى ولو كان التعرض لمرة واحدة أو مرات قليلة على فترات متباعدة. وقد تتطور تلك التأثيرات الحادة إلى تأثيرات مزمنة تفضي في غالب الأمر إلى الإصابة بالسرطان والفشل الكلوي والفشل الكبدي والتشوهات الوراثية. ولا يتوفر في أغلب الأحيان بيانات دقيقة عن تداعيات التعرض للمبيدات الكيميائية للآفات، طالما أن أغلب الدول ليس لديها سجلات طبية عن عدد الإصابات، ناهيك عن تشابه الأعراض مع أعراض كثير من الأمراض الأخرى.

وتتباين بشدة معدلات الوفاة والهزال التي يتعرض لها الناس في الدول المختلفة في أعقاب سوء استخدام المبيدات الكيميائية للآفات. وعلى الرغم من أن أكثر من ٨٠٪ من مبيعات المبيدات الكيميائية للآفات على المستوى العالمي تستهلك في الدول المتقدمة، تشير الإحصائيات إلى أن أقل من ١٪ من مجمل الوفيات العالمية الناشئة عن التعرض للمبيدات الكيميائية للآفات تسجل في تلك الدول المتقدمة. ومع الأسف الشديد، وعلى الرغم من تحمل الناس في الدول النامية لأغلب الأضرار الناجمة عن المبيدات الكيميائية للآفات (٩٩٪)، فإن معظم تلك الدول تنقصها التشريعات التي تنظم تداول تلك المركبات الخطرة، إلى جانب غياب الوعي بالمخاطر سواء على المدى القريب أو المدى البعيد.

وتظهر أعراض التسمم من المبيدات الكيميائية للآفات على هيئة عدم القدرة على التنفس والإجهاض وتدمير المخ وتشوه الأجنة. ومع تطور

أساليب تشخيص التسمم أصبح ميسراً على الأطباء تحديد مستويات أقل من التسمم تظهر أعراضها في صورة محيرة تتداخل مع أعراض أمراض أخرى عادة ما يتعرض لها سكان الريف مثل الصداع وجفاف الحلق ووهن العظام والإجهاد مما يحول دون ذهابهم إلى العمل. وعلى الرغم من أن تلك الأعراض تكون في أغلب الأحيان ظاهرة للعيان فلا غنى عن التحليل المعملي الدقيق لتشخيص كل حالة.

ولا يزال الغموض يكتنف المخاطر الناشئة عن التعرض المتواصل للمبيدات الكيميائية للآفات، وأعظم ما يثير الاهتمام في هذا الصدد مرض السرطان، الذي أكدت كثير من التجارب المعملية تولده في حيوانات التجارب بعد التعرض طويل المدى للمبيدات الكيميائية للآفات. غير أن كثيراً من تلك التجارب أجري على حيوانات التجارب، وقد يصعب تعميم نتائجها أو استنتاج مدلولات منها تطبق على الإنسان. بيد أن هناك عدد محدود للغاية من الوثائق العلمية لا يحيطها الكثير من التوجس، تؤكد اقتران المبيدات الكيميائية للآفات بهذا المرض العضال.

ومعظم متبقيات المبيدات الكيميائية للآفات في الغذاء قادرة على إحداث التسمم، الذي يفضي إلى المرض وربما الوفاة. وتتصدر مبيدات الحشرات والحشائش غيرها من المبيدات الكيميائية للآفات في مستوى ضراوة أذاها للناس والحيوانات. ومن المبيدات الكيميائية للآفات الحشرية يتصدر ضرر مجموعتي الفوسفات العضوية والكاربامات غيرها من المجموعات الأخرى .

وعلى الرغم مما سعت إليه البحوث لسبر أغوار تأثير المبيدات الكيميائية للآفات على التراكيب الوراثية في الكائنات الحية، فمازالت تلك المسألة مبهمة ويكتنفها قدر هائل من التوجس. وقد أجريت البحوث في هذا المجال على حيوانات تجارب، وأظهرت عدة مؤشرات مثيرة للقلق وعلى

درجة كبيرة من الخطورة. ومن ناحية أخرى اقتصرت الدراسات التي أجريت على الإنسان في هذا الصدد على مشاهدات وقياسات على العاملين والمعرضين للمبيدات الكيميائية للآفات. وأكدت النتائج أن المبيدات الكيميائية للآفات لها علاقة وثيقة بالعقم في الذكور. وأن مبيد الحشائش ديوكسان يزيد بصفة خاصة من حالات الإجهاض، ومن العيوب الخلقية في المواليد، وأن التعرض للمبيدات الكيميائية للآفات من مجموعة الفوسفات العضوية يسبب تشوش الذاكرة وضعف القدرة على التركيز والتعبير والرؤية.

ومعظم حالات التسمم تؤثر على العاملين في المزارع أو في تصنيع المبيدات الكيميائية للآفات أو الأفراد غير المشتبه فيهم وهم أولئك الذين يدخلون عن جهل إلى حقول معالجة حديثا. غير أن هناك أيضاً بعض الحالات الصارخة لحوادث تسمم جماعية خطيرة، وأن كانت نادرة، مثل حادثة بوبال في الهند حيث قتل ٢١ ألف فرد وأصيب نحو ربع مليون آخرين من جراء انسياب مركب مبيد الآفات ميثيل أيزوسيانات من أحد مرافق تصنيع المبيدات الكيميائية للآفات.

■ **صلاحية الغذاء للاستهلاك**: في غالب الأحيان تحتوي المنتجات الزراعية من نظم الزراعة الكيميائية على كميات لا يستهان بها من متبقيات الكيماويات الزراعية المسببة للسرطان وتشوهات الأجنة والكائنات الحية، كما أنها تسبب نقص الخصوبة في الكائنات الحية الفطرية، ولها من الأضرار الصحية على الناس ما تؤكده الإحصائيات الصحية التي تنشرها دوريا الهيئات الطبية العالمية.

وإلى جانب الاستهلاك المباشر لمتبقيات المبيدات الكيميائية للآفات في الغذاء المنتج تحت نظم الزراعة الكيميائية، فهي تصل إلى الناس أيضا عن طريق تناول الكائنات الحية الفطرية الملوثة مثل الأسماك. وتزيد إمكانية

استهلاك الأسماك الملوثة في المناطق الزراعية حيث تتسرب المبيدات الكيميائية للآفات من التربة إلى الترع والمصارف. ومن المحتمل أيضاً أن يتناول الناس أسماك لا يدرون أنها ملوثة، ولاسيما حينما تسبح الأسماك من المناطق الملوثة إلى مناطق غير ملوثة. وفي واقع الحياة فإن أكثر من ٩٠٪ مما يتناوله الناس من المبيدات الكيميائية للآفات يصل إليهم عن طريق السلسلة الغذائية حيث يتعاظم تركيزها داخل خلايا الجسم. ويقصد بها زيادة تركيز المبيدات الكيميائية للآفات داخل خلايا الكائنات الحية أثناء انسيابها في حلقات السلسة الغذائية.

ولو افترضنا، على سبيل المثال، أن بركة مياه يقطنها نوعيات مختلفة من الكائنات الحية النباتية والحيوانية، تعرضت للتلوث بأحد المبيدات الكيميائية للآفات بتركيز ٥ جزء في المليون، فإن هذا التركيز يتضاعف داخل الخلايا الحية للهائمات الحيوانية والنباتية القاطنة في المياه إلى ٥٠٠٠ جزء في المليون، ثم يتضاعف عدة مرات في خلايا الأسماك التي تغذت على تلك الهائمات، ومن المرجح أن تموت الكائنات الحية التي تتغذى تلك الأسماك الملوثة. وقد كشفت نتائج التحاليل الطبية عن مستويات عالية من المبيد الحشري (دي. دي. تي) ومشتقاته في الأسماك والجمبري واللحوم والألبان بل أيضاً في لبن الأم المرضعة.

وتؤكد المشاهدات أن كثير مما نتناوله من الغذاء يحتوي على مستويات ضئيلة للغاية من المبيدات الكيميائية للآفات. ومن المعروف أن الناس تتعرض للمبيدات الكيميائية للآفات، حتى قبل الولادة، بصفة رئيسة من خلال الوجبات الغذائية. ومن المرجح أن جميع الفواكه والخضراوات واللحوم والدواجن والبيض واللبن ومياه الشرب والأسماك والكائنات الحية الفطرية تحتوي على كميات قد يعتد بها من المبيدات الكيميائية للآفات، غير أن بعضها يكون في مستويات متدنية للغاية.

ومن ناحية أخرى، فما أن تصل المبيدات الكيميائية للآفات إلى إمدادات مياه الشرب حتى تسمم الناس والدواب في التو، وتتعقد الأمور بسبب صعوبة التعرف على الملوثات الكيميائية في المياه في المناطق الريفية وغياب التقنيات القادرة على التخلص منها.

وهناك عدة معايير لتقييم مخاطر التعرض للمبيدات الكيميائية للآفات تستند على جرعة مرجعية مقبولة للتناول اليومي. ولا يجب أن يتأثر الفرد سلباً إذا كان استهلاك مبيد آفات تحت مستوى جرعته المرجعية خلال فترة حياته. وعادة ما يجرى ذلك بتقدير أعلى مستوى للتعرض للمبيدات الكيميائية للآفات الذى لا تظهر عنده تأثيرات سلبية في حيوانات التجارب، ثم يطبق عامل أمان أو عامل عدم تيقن بصورة نمطية بقسمة المستوى على ١٠٠، ويمكن أيضا تقسيمه على ٣٠٠ أو ١٠٠٠ طبقا لمدى الثقة في دقة البيانات. ويعتبر هذا المستوى فيما بعد معدل التناول المقبول. وتقاس مستويات التحمل بالجزء في المليون، والجزء في البليون طبقا للسمية ومستوى تهديد صحة الناس. ويعبر عن الجرعات المرجعية بالمليجرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم في اليوم. ويعبر عن الجرعات المرجعية بالاستنشاق بالمليجرام لكل متر مكعب في اليوم (مليجرام/متر مكعب يوم).

■ **النظم البيئية:** تتغلغل كميات محسوسة من المبيدات الكيميائية للآفات دوماً داخل مفردات النظم البيئية من خلال استخدامات مشروعة. غير أن صغر حجم الآفات وسرعة حركتها تلجئنا إلى إضافة كميات كبيرة من المواد الحاملة للمبيدات الكيميائية للآفات. وفيما عدا الرش المباشر على الحشائش والأشجار، لاتصل معظم المبيدات الكيميائية للآفات مباشرة إلى الآفة المستهدفة، خاصة الحشرات الطائرة. وقد يكون من المستحيل مكافحة الآفات الحشرية على المحاصيل بإضافة المبيدات الكيميائية للآفات مباشرة عليها. ونتيجة لذلك، تتضمن المكافحة المقبولة رش غطاء

واقٍ فوق كافة المزروعات حتى يتسنى تعرض الآفة إلى مبيد الآفات. بيد أن رش المبيدات الكيميائية للآفات يزيد من فرصة انتشار المواد الفعالة بها في البيئة وتلويث التربة والمياه السطحية والمياه الجوفية والهواء، حيث يتعاظم تركيزها في سلسلة الغذاء وتهلك الكائنات الحية الفطرية ومصايد الأسماك والكائنات الحية غير المستهدفة.

■ **التربة:** التربة هي المستقر الرئيس للمبيدات الكيميائية للآفات التي تضل طريقها إلى الساحة أو الآفة المستهدفة حيث تنساب مع الجريان السطحي من المساحات المعالجة. فضلاً عن أن متبقيات ما بعد حصاد المحصول غالباً ما تحتوي على متبقيات مبيدات آفات تدخل التربة.

وسواء أضيفت المبيدات الكيميائية للآفات بالرش من الجو أو على هيئة مسحوق تعفير أو أضيفت مباشرة إلى التربة، فإن كميات كبيرة منها ينتهي بها المطاف بين ثنايا التربة التي تعمل كمستودع لها. وما أن تصل المبيدات الكيميائية للآفات إلى التربة، فقد تدمص على غروياتها، وقد ترتبط كيماوياً مع مركبات أخرى بها، وقد تتبخر من سطح التربة إلى الهواء الجوي، وقد تتحرك خلال طبقات التربة بالانتشار الجزئي، وقد تصل إلى المياه الجوفية، وقد تجرى على السطح نحو موارد المياه السطحية، وقد تمتص بواسطة جذور النباتات، وقد تتناولها الكائنات الحية الدقيقة في التربة ومن ثم تدخل إلى السلسلة الغذائية، وقد تتحلل.

وبصفة عامة تتباين بشدة قدرة المبيدات الكيميائية للآفات على البقاء في التربة الجدول رقم (١) .

جدول رقم (١)

مدى تباين قدرة المبيدات الكيميائية للآفات الحشرية على البقاء في التربة

المبيد	معدل الإضافة كجم/ فدان/عام	عدد السنوات
الدرين	٣	١-٦
كلوردان	٤	٣-٥
ددت	١٠	٤-٣٠
دايلدرين	٨	٥-٢٥
هبتاكلور	٣٠٥	٣-٥
ليندان	٦	٣-١٠

ويرى بعض العلماء أن هناك تأثيرات متأخرة لتلوث التربة بالمواد الكيميائية يطلق عليها البعض القنبلة الكيميائية الموقوتة. ويتضمن ذلك تنوع من الكيماويات التي لا يسهل تحللها في التربة وتتراكم بها ليدوي تأثيرها بعد حين على كافة مكونات النظام البيئى الزراعي. ومن أهم تلك المركبات الكيميائية التي تصل إلى التربة بفعل الإنسان المبيدات الكيميائية للآفات والمعادن الثقيلة والهالوجينات العضوية والهيدروكربونات العضوية والأليفاتية وكثير من العناصر الغذائية. وكلها تبقى في التربة على فترات متباينة تصل إلى مليون عام في بعض الحالات حتى في التربة الرملية.

المياه السطحية: أكثر من ٩٠٪ من المبيدات الكيميائية للآفات التي تستخدم في حقول الزراعة لا تصل إلى هدفها المنشود، بل تنتشر بين مكونات النظام البيئي الزراعي وتسبب تلوثها ولاسيما المياه السطحية. وتؤكد المشاهدات أنه رغما من أن كميات ضئيلة نسبياً من المبيدات الكيميائية للآفات تضاف مباشرة إلى المياه السطحية، ينتهي المطاف

بكميات ضخمة من المبيدات الكيميائية للآفات في المواطن المائية. ويمكن أن تدخل المبيدات الكيميائية للآفات إلى المياه السطحية كنتيجة مباشرة لعملية الإضافة. وعلى سبيل المثال، فقد يضاف مبيد الآفات إلى المحاصيل بالطائرات من الجو. ونظرا لأن مبيد الآفات يكون علي هيئة ضباب دقيق، فإن جزءاً من الرذاذ يتحرك في اتجاه الرياح وقد يدخل جسماً مائياً. فضلاً عن الرذاذ الذى يرتبط مع جزيئات الجو ويستقر به المقام في التربة وموارد المياه السطحية مع الهطول.

ونادراً ما تبقى المبيدات الكيميائية للآفات في المياه على هيئة كيماويات نقية، حيث تدمص على جزيئات الغرين أو المادة العضوية العالقة بها، أو ترتبط مع رواسب القاع، وقد تبقى في طبقات رقيقة على السطح أو تتركز داخل خلايا الكائنات الحية.

ومن المرجح أن تؤثر المبيدات الكيميائية للآفات التي تدخل إلى المياه السطحية على الأسماك والكائنات الحية الفطرية من خلال التسمم المباشر، وتصل في نهاية الأمر إلى الناس مع تناول الأسماك والكائنات الحية الفطرية الملوثة ويكون تجمع المبيدات الكيميائية للآفات أكثر وضوحاً في الغذاء البحري عنه في الغذاء الأرضي، ولاسيما الأسماك، من جراء أن تخوم حدود الأجسام المائية نفسها تحول دون هروب المبيدات الكيميائية للآفات ومن ثم تهيئ فرصة أكبر كى تزيد من مستوياتها.

وتصل المبيدات الكيميائية للآفات إلى الكائنات الحية المائية، بطريقين رئيسين، هما التناول المباشر وتناول الغذاء الملوث. وقد يكون المستوى العالي من مبيد الآفات الداخل إلى المياه السطحية سام لدرجة يقتل معها الأسماك بصورة مباشرة، لكن الأسماك يمكنها أيضاً أن تتأثر من مبيد آفات دخل إلى السلسة الغذائية. وعلى سبيل المثال، تميل الهيدروكربونات المكلورة، نظراً لأنها غير ذائبة في الماء إلى أن تتفرق في المياه، بيد أنه ليس

من الضروري أن يتم ذلك بطريقة متجانسة. وقد يتجمع مبيد الآفات في الدوامات بطيئة الحركة أو البرك ويرتبط بالرواسب وغير ذلك من المواد العضوية. وتتلوث الحشرات المائية والكائنات الحية الدقيقة (الهائمات) بتناولها تلك المادة، وفيما بعد تتغذى الأسماك الصغيرة على تلك الحشرات والكائنات الحية الملوثة، وتتواصل زيادة مستوى المبيدات الكيميائية للآفات بمرور الوقت داخل جسم الكائن الحي الذي يتغذى على كائنات حية ملوثة، لأن بعض المبيدات الكيميائية للآفات تبقى في الأنسجة الدهنية ويكون تحللها قليلاً. وقد تؤكل تلك الأسماك الصغيرة الملوثة فيما بعد بواسطة أسماك أكبر، وتمر المبيدات الكيميائية للآفات من سمكة صغيرة إلى سمكة أكبر، دون ما فقد يذكر. وتستمر زيادة مستوى مبيد الآفات في الأسماك الأكبر من جراء تناولها السمك الملوث. وقد تصبح الأسماك مسممة أو ضعيفة وقابلة للإصابة بالمرض أو الافتراس مع المستوى العالي من المبيدات الكيميائية للآفات، وعندما تموت سمكة ملوثة، تنساب الملوثات مرة أخرى إلى البيئة.

■ **المياه الجوفية:** أظهر الرصد البيئي تواجد المبيدات الكيميائية للآفات من مجموعتي الكاريامات والفوسفات العضوية في بعض موارد المياه الجوفية هنا وهناك. ويمكن أن تدخل المبيدات الكيميائية للآفات إلى المياه الجوفية من خلال رشح الأمطار المنهمرة والري. ونظرا لأن إضافة مبيد آفات قد تكون بدأت منذ سنوات عديدة سابقة، فإن الإضافات السنوية تزيد من إمكانية التلوث، لاسيما بالنسبة للمبيدات الكيميائية للآفات ممتدة البقاء في البيئة. وتفتقر المياه الجوفية إلى القدرة على التنظيف الطبيعي الكافي بفعل ضوء الشمس والأكسجين والكائنات الحية الدقيقة بما يقلل مستوى التلوث بها. ولا ريب أن مخاطر المياه الجوفية الملوثة بالنسبة للناس تفوق مخاطرها بالنسبة للبيئة، لأنها بمثابة مصدر رئيس لمياه الشرب لملايين البشر والحيوانات.

■ **الهـــواء:** تدخل المبيدات الكيميائية للآفات إلى الهواء الجوي، من خلال الإضافة والتبخر. وغالبا ما تنتشر المبيدات الكيميائية للآفات في الهواء على نطاق واسع، غير أنها تسقط في نهاية المطاف فوق سطح التربة والمياه والكائنات الحية غير المستهدفة. وعند رش المبيدات الكيميائية للآفات على حقول الزراعة بالطائرات فإن كمية يعتد بها منها لا تصل إلى المساحة المستهدفة بل تدخل مباشرة إلى الهواء الجوي. وعلى سبيل المثال، تقدر سحابة رش مبيد الآفات الذى ينتقل من المساحة المستهدفة إلى مساحة غير مستهدفة في الإضافات الجوية بخمسة أضعاف الإضافات الأرضية. وقد يضاف في بعض الأحيان حتى ٣٠ ٪ زيادة من مبيد الآفات، مقارنة بالإضافات الأرضية، لتعويض الفقد من سحابة الرش.

ويعتبر التبخير مساراً أخر هام تدخل من خلاله المبيدات الكيميائية للآفات إلى الهواء الجوي. وبعد الإضافة قد تتحلل بعض المبيدات الكيميائية للآفات طبيعياً بواسطة التبخير. ويتوقف معدل ودرجة التبخير على الصفات الفيزيائية والكيميائية لمبيد الآفات، والصفات الفيزيائية والكيميائية للمادة الحاملة والأحوال المناخية السائدة في البيئة مثل الحرارة العالية والرياح والأمطار.

■ **التنوع الأحيائي:** تعتبر المبيدات الكيميائية للآفات من المركبات السامة غير المتخصصة في أغلب الأحيان، بمعنى أنها تقتل أو تضر الآفة المستهدفة مع غيرها من الكائنات الحية الأخرى المتواجدة معها بما في ذلك الناس والدواب، مما يخل بالتوازن الطبيعى بين الكائنات الحية في مختلف النظم البيئية. وتؤثر المبيدات الكيميائية للآفات على الكائنات الحية الفطرية من خلال تناول غذاء ملوث أو شرب مياه ملوثة. وتتشابه آليات النقل في الكائنات الحية الفطرية مع آليات النقل في المياه السطحية (تجمع أحيائي). وقد تتسمم الحشرات والمزروعات والحيوانات الثديية الصغيرة أو قد تصبح ملوثة، كما في حالة الأسماك الكبيرة والكائنات

الحية الفطرية التي تفترس كائنات حية ملوثة ومن ثم تستقبل جرعات مستمرة من مبيد آفات قد يزيد بمرور الوقت.

وعلى سبيل المثال، فقد أبيدت تقريبا الطيور آكلة الأسماك، بما فيها العقاب الأجرد والبجع والعقاب النمساوي، من جراء تناول الأسماك الملوثة بمبيد (دي. دي. تي). وعلى الرغم من أن ترقيق قشر البيض معروف تماماً لدى العلماء، فهناك أيضاً عديد من التأثيرات الأكثر حدة التي تنشأ من مبيد (دي. دي. تي)، مثل التغيرات الأيضية والتشويه وتلف الأعضاء وتغير السلوك وتثبيط المناعة في أفراخ الدجاج. ويمكن أن تتأثر الطيور عندما تحد المبيدات الكيميائية للآفات من إمداداتها الغذائية. ويمكن أن تقتل المبيدات الكيميائية للآفات الحشرات في مساحة شاسعة من الأرض أثناء عملية الإضافة. ومن ثم فلن يتوفر للطيور التي تعتمد على تلك الحشرات كمصدر للغذاء إمداد كاف، وإما تموت أو تجبر على الهجرة. وتكون النتائج بمثابة كارثة عندما يحدث ذلك في مرحلة نشوء الصغار.

ورغما من أن نتائج البحوث أكدت أن مبيد الآفات (دي. دي. تي) لا يولد السرطان بذاته، غير أن بعض مشابهاته مثل الأرثوبارا (دي. دي. تي) تعمل في جسم الإنسان كهرمون أنثوى مثل الإيستروجين، ومجرد تلويثه للمياه يتسبب في تغير جنس كثير من الكائنات الحية التي تقطن فيها، مثل الأسماك والزواحف والحيتان، مما يهدد الحياة الفطرية بالانقراض. كما أن تلك المشابهات تؤثر على الناس وتؤدي إلى مشكلات جنسية وتشوهات خلقية ووراثية قد يستعصي حلها.

وبعض المبيدات الكيميائية للآفات تقتل أصنافاً غير مستهدفة من الحشرات واللافقاريات المفيدة في إنتاج الغذاء. وعلى سبيل المثال، يتعرض نحل العسل إلى المبيدات الكيميائية للآفات التي تقتله، وهناك نحو ٢٠ ٪ نقص سنوي في عشائر نحل العسل من جراء التسمم بالمبيدات الكيميائية

للآفات. ويؤثر هذا بالتالي على نحو مائة محصول يعتمد على نحل العسل في التلقيح، ومنها التفاح والكريز والبرتقال والخيار والشمام والبرسيم والتوت.

وهناك من المبيدات الكيميائية للآفات ما يحد استخدامه في الدول المتقدمة، ويستخدم بحرية في الدول النامية مثل المبيد العضوي المكلور (دي. دي. تي). وفي بعض الدول التي تنتشر بها الملاريا اكتسبت البعوضة مناعة ضد مدى واسع من المبيدات، مثلما اكتسبت نحو ٤٠٠ حشرة أخرى مناعة ضد فعل المبيدات الكيميائية للآفات الكيميائية وأصبحت قادرة على خوض معارك ضارية مع المبيدات تكتب لها فيها الغلبة. ومما زاد الطين بلة ما أشارت إليه نتائج البحوث الحديثة من أن الإسراف في استخدام الكيماويات الزراعية يؤدي إلى خلل وظيفي في النباتات يفقدها الكثير من قدراتها الذاتية على مواجهة الآفات.

وبمرور الوقت تكتسب كثيراً من التنوع الأحيائي ولاسيما الآفات الزراعية حصانة ضد المبيدات المستخدمة مما يدفع المزارعين إلى زيادة معدلات الإضافة. وفي غالب الأحيان يقع الضرر على الكائنات الحية المفيدة غير المستهدفة، وتبقى الآفة كي تتم دورة حياتها وتسبب الضرر والتلف للمحاصيل الزراعية. ومن المؤسف أن تطالعنا الصحف بين الفينة والفينة عمن يستخدمون المبيدات الكيميائية للآفات للصيد السهل من المياه، مما يسمم الأسماك المنتجة ويخل بالتوازن الأحيائي داخل المياه وتكون له أضرار ملموسة على نوعية البيئة.

•• مصير المبيدات الكيميائية للآفات في البيئة

يتوقف الوقت اللازم لمبيد آفات كي يتحلل (القدرة على البقاء) على تركيبه الكيمائي. وقد تتحلل المبيدات الكيميائية للآفات بواسطة التحلل

الضوئي (ضوء الشمس) والتحلل المائي (الماء) والتحلل الأحيائي. ويعبر عن معدل التكسر بفترة نصف الحياة، وهي الزمن اللازم كي تتحلل نصف المادة. ومن الجدير بالذكر أنه بعد التحلل الجزئي تتكسر بعض المبيدات الكيميائية للآفات إلى نواتج جانبية سامة يمكنها أن تبقى في البيئة لفترة طويلة. وقد لا تتعدى فترة نصف الحياة في بعض المبيدات الكيميائية للآفات أيام قليلة في حين قد تمتد لأعوام قليلة في بعضها الآخر. وإذا زادت فترة نصف الحياة لمبيد آفات عن سنوات قليلة، فمن المؤكد تراكمها في التربة بدلالة المعدل السنوي لإضافتها. ومنذ باكورة السبعينات، كابدت صناعة المبيدات الكيميائية للآفات الكثير في سبيل تطوير مبيدات آفات يقل بقاءها وتتحلل بسرعة، قبل أن تضر بالبيئة.

•• بدائل المبيدات الكيميائية للآفات

بدأ كثير من العلماء ينادي بالبحث عن طرق جديدة لمكافحة الآفات تحل محل المبيدات الكيميائية للآفات. وبدأت فكرة المكافحة المتكاملة للآفات تلوح في الأفق كبديل أكثر أمناً من المبيدات الكيميائية للآفات. وتم تطبيقها بنجاح خلال الربع الأخير من القرن العشرين على مجموعة متباينة من المحاصيل. وهي طريقة تراعي ظروف التربة والخدمة والزراعة وتستخدم تضافر متكامل من المكافحة الكيميائية والميكانيكية والأحيائية. وتتطلب كماً وكيفاً من المعلومات في تخصصات زراعية وأحيائية متعددة وقد شجع على انتشارها ارتفاع أسعار المبيدات الكيميائية للآفات الكيميائية وما لها من تأثيرات اقتصادية هامة على تكلفة الإنتاج الزراعي.

ومؤخراً بدأت الدول المتقدمة تضع القيود على استيراد المواد الغذائية التي تحتوي على نسبة محددة من متبقيات المبيدات الكيميائية للآفات مما كان له أبلغ الأثر على الحد من انتشار استخدام المبيدات في الدول المنتجة

للمواد الغذائية ولاسيما تلك الدول التي تزرع محاصيل تقليدية بهدف التصدير.

وبات على الصناعات الكيميائية الجد في إنتاج مبيدات آفات كيميائية متخصصة ضد الآفة المستهدفة فقط وذات درجة سمية أقل، واستحداث طرق لرش المبيدات الكيميائية للآفات أكثر فاعلية في الحد من مشكلات تلوث البيئة. وتتضمن بدائل المبيدات الكيميائية للآفات إلى جانب نظم المكافحة المتكاملة للآفات المبيدات، المبيدات الأحيائية والكيماويات الأحيائية والتشعيع وتعليم وتوعية المستهلكين.

•• المخصبات الكيميائية

منذ ثلاثينات القرن العشرين تعاظم استخدام المخصبات الكيميائية على مستوى العالم، من خلال تطبيقات نظم التكثيف الزراعي في العديد من دول العالم. وقد صاحب ذلك استحداث أصناف جديدة من نباتات المحاصيل والبساتين الزراعية عالية الغلة تتسم بشراهة الاحتياج للعناصر الغذائية. وفي الوقت الراهن تستهلك معظم المخصبات الكيميائية في الدول الصناعية المتقدمة. فقد أشارت تقارير منظمة الأغذية والزراعة التابعة لهيئة الأمم المتحدة أن اليابان ودول شمال غرب أوروبا تستهلك ستة أضعاف ما تستهلكه الدول النامية من المخصبات الكيميائية.

ولا ريب أن التسميد بشقية المعدني والعضوي من أهم مدخلات الزراعة التي تزيد من إنتاج الغذاء والألياف. ويعتبر التسميد ضرورياً في أغلب الأراضي على الرغم من تداعياته السلبية المنظورة وغير المنظورة على البيئة والصحة. وبالطبع يمكن الزراعة بدون تسميد على الإطلاق، غير أن المحصول المرتقب سيكون حتماً خارج نطاق الجدوى الاقتصادية. بيد أن الزراعة بدون تسميد معدني ممكنة في التربة الخصبة لو وفينا الحاجات

الغذائية للنباتات من خلال تسميد عضوي كثيف على جرعات. وتستهدف الإدارة المزرعية الرشيدة تعظيم إيجابيات التسميد وتخفيف عواقبه السلبية أو منعها تماماً كلما تيسر ذلك. وتشتد الحاجة لذلك في المزارع الكبيرة كثيفة الإنتاج التي تتلقى كميات ضخمة من الأسمدة المعدنية.

وطالما أن نتائج البحوث والمشاهدات الحقلية أكدت أن الجزء الذي يمتصه النبات من العناصر المغذية في المخصبات الكيميائية يقل كثيراً عما تحتويه المعدلات المضافة، فإن الأمر يتطلب وضع سياسة تسميدية تكفل التسميد الرشيد المتوازن وتحقق توفير عناصر غذاء النبات بالقدر الذي تستهلكه المحاصيل النامية، وبما يحافظ على مستوى جيد لخصوبة التربة، ويقلل في نفس الوقت من مشكلات التلوث والتدهور في النظم البيئية الزراعية.

وعلى الرغم من أن منظمة الأغذية والزراعة التابعة لهيئة الأمم المتحدة أكدت مؤخراً أن استخدام الأسمدة المعدنية بفاعلية في إطار عمليات زراعية مناسبة لا يضر بالتربة، فقد لاحظ نفر من العلماء في أكثر من مكان تلوث المياه والتربة من جراء الاستخدامات الكثيفة من الأسمدة المعدنية. وتحتل تلك الأسمدة بكافة أنواعها المرتبة الثانية، بعد المبيدات الكيميائية للآفات، بين الكيماويات الزراعية التي يؤدي سوء استخدامها إلى إفساد وتلويث البيئة.

وهناك ثلاثة أنواع رئيسة من المخصبات الكيميائية، هي الأسمدة النيتروجينية والأسمدة الفوسفاتية والأسمدة البوتاسية، إلى جانب مجموعة رابعة من المخصبات الكيميائية شاع استخدامها مؤخراً في بعض البلدان وهي أسمدة العناصر الصغرى. ولا يكاد يخلو أى من تلك المخصبات الكيميائية من الشوائب الضارة الملوثة التي تتراكم في البيئة، ولاسيما مع غزارة الاستخدام. وفي أغلب الأحيان تكون تلك الشوائب من العناصر

الثقيلة (الجدول رقم ٢)، التي سرعان ما تجد طريقها إلى السلسلة الغذائية بعد ولوجها داخل أنسجة النبات حيث يتعاظم تركيزها حتى مستويات ضارة وربما قاتلة في بعض الأحيان. ومن ناحية أخرى، فعادة ما تتراكم تلك الملوثات في التربة وتسري بين مختلف مكونات النظام البيئي الزراعي.

جدول رقم (٢)

محتوى الأسمدة المعدنية شائعة الاستعمال من بعض العناصر الثقيلة (جرام/طن)

السماد	كوبالت	زنك	نحاس	منجنيز	بورون
نتروشوك	٠	١٥	٢٢	٢٤	–
نيترات صوديوم	٠	١	٣	٨	–
سلفات نشادر	٠	٠	٢	٦	٦
سوبر فوسفات	٤	١٥٠	٤٤	١١	١١
كلوريد بوتاسيوم	١	٣	٣	٨	١٤
سلفات بوتاسيوم	٠	٢	٤	٦	٤

ومن الأمثلة الصارخة لتلوث التربة بفعل المخصبات الكيميائية، التلوث بعنصر البورون المشوب لسماد نيترات الأمونيوم، وعنصر الكادميوم المشوب للأسمدة الفوسفاتية، والبيوريت المشوب لسماد اليوريا، وعناصر النحاس والزنك والرصاص والكادميوم المشوبة لسماد كبريتات النشادر.

وقد درج المزارعون على سوء استخدام الأسمدة النيتروجينية حيث تضاف بكميات كبيرة بدون داع. وعلى سبيل المثال ورغماً من أن المحاصيل البقولية قادرة، من خلال المعاشرة مع بكتيريا العقد الجذرية، على استيفاء نحو ٨٠٪ من احتياجاتها النتروجينية، فهناك من المزارعين من يضيف إليها من الأسمدة النتروجينية مثلما يضيف إلى غيرها من المحاصيل.

وتتعرض الكميات التي يضيفها المزارع من الأسمدة النيتروجينية إلى التربة بدون داع لفقد كبير عن طريق التطاير والغسيل، وبالتالي لا يجد المزارع من النباتات استجابة مباشرة للسماد المضاف فيكرر إضافة كميات أخرى بنفس الطريقة وهكذا ينتهي به المطاف إلى إضافة كميات زائدة يهدر الجزء الأعظم منها. وليست الخسارة هنا مالية فحسب ولكنها بيئية أيضاً حيث يتسرب السماد النيتروجيني إلى المصارف والمياه الجوفية ليلوثها.

وتعتبر العناصر الثقيلة من أهم وأخطر ما يصل إلى التربة من ملوثات مع الأسمدة المعدنية نظراً لتعدد مصادرها ولتراكمها بالتربة في صورة قليلة الذوبان محدودة الحركة (الجدول رقم ٣). وقد يمتص النبات منها كميات سامة تقتله وتضر بالإنسان والحيوان الذي يتغذى عليه. وتشمل العناصر الثقيلة الرصاص والنحاس والكادميوم والزنك والكروم والمنجنيز والنيكل والحديد والزئبق. ويختلف سلوك تلك العناصر عن بعضها البعض في التربة والنبات والإنسان والحيوان.

جدول رقم (٣)

كميات المعادن الثقيلة التي تصل إلى التربة سنويا على مستوى العالم

	المعادن الثقيلة (ألف طن / عام)					
	زنك	رصاص	نحاس	كروم	كادميوم	زرنيخ
متبقيات زراعية	٣١٦	٢٦	٦٧	٢	٢,٢	٥,٨
متبقيات خشبية	٣٩	٧,٤	٢٨	٠	١,١	١,٧
سماد قمامة	٦٠	٤٠	٢٦	٠	٤,٢	٠,٤
مياه مجارى	٣٩	٧,١	١٣	٠,٥	٠,١٨	٠,٢٥
خبث المعادن	١١	٧,٦	٤,٣	٠,٥	٠,٠٤	٠,١١
بيت موس	٢,٥	٢,٩	١,٤	٠,٣٢	٠,٢	٠,٢٨
متبقيات صناعية	٤٦٥	٢٩٢	٥٩٢	٥٨	١,٢	٣٨
سقط جوى	٩٢	٢٣٢	٢٥	٢	٥,٣	١,٣

ويؤدي التسمم بالكادميوم إلى تحطيم كرات الدم الحمراء وإلى تليف الخصية في الحيوان وإلى ارتفاع ضغط الدم. كما يرتبط عنصر الكادميوم بأمراض الأوعية الدموية والقلب حيث لوحظ أن ضغط الدم يختل باختلال نسبة الكادميوم والزنك في البول لأن عنصر الكادميوم يحل محل عنصر الزنك في كثير من الأنزيمات ويبطل عملها ويغير من وجهتها. كما أن كافة البحوث أكدت السمية العالية لعنصر الزئبق في كافة المسارات الأحيائية في الكائنات الحية. وعادة ما يمتص عنصر النحاس في الأمعاء ومنها يصل إلى المصل وكرات الدم الحمراء ويكسرها. وتتراوح الجرعة المميتة منه بين ٢٠- ٢٠٠ ملليجرام لكل جرام. وتعتبر العظام بمثابة مخزن لعنصر الرصاص يتجمع بها وينساب منها إلى الدم ويتراكم في أغلب الأحيان داخل الكبد. ويفضي الرصاص إلى المرض إذا زاد تركيزه عن ٢٠ ميكروجرام /١٠٠ جرام من الدم، وإذا ما تناول الإنسان في وجباته الغذائية نحو ٦٠٠ ملليجرام من الرصاص لمدة ثمانية سنوات متصلة يظهر عليه أعراض التشنج والنقرس والتهاب الكبد المزمن والأنيميا والتهاب الدماغ.

وتلوث مياه وحمأة الصرف الصحي التربة بالعناصر الثقيلة وبالكائنات الحية الدقيقة المرضية التي تنتقل منها للإنسان والحيوان عند تناوله النباتات المنتجة من مزارع المجاري ولاسيما تلك التي تؤكل طازجة بدون طهي. ومن ناحية أخرى فإن مياه الصرف الصحي عادة ما تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح، ويؤدي تكرار إضافتها للتربة بدون نظام جيد للصرف ولاسيما في الأراضي ثقيلة القوام إلى تجميع تلك الأملاح بها وبالتالي تحولها إلى تربة ملحية أو ملحية قلوية تحتاج إلى علاج حتى يتسنى الحصول منها على عائد اقتصادي مربح. وعندما تحتوى مياه الصرف الصحي على ١ملليجرام ملح في كل لتر فإن كل متر مكعب منها يضيف إلى التربة كيلوجراما من الملح. وبعبارة أخرى يؤدي ري المحاصيل بألف متر مكعب من تلك المياه إلى إضافة نحو طن من الملح لكل فدان.

وقد ظهرت في الآونة الأخيرة بعض المضاعفات في عدة مناطق من جراء استخدام الحمأة المجففة (سماد المجاري) بسبب محتواها المرتفع من العناصر الثقيلة. وعند إضافة جرعات كبيرة من هذا السماد للتربة فإن تلك العناصر تتجمع في الطبقة السطحية للتربة بتركيز أعلى من حاجة النبات مما يؤدي إلى تسمم النباتات والحيوانات التي قد تتغذى عليها.

وتعتبر المواد الساقطة من الهواء الجوي على أسطح التربة والنبات مصدراً هاماً للتلوث بالمعادن الثقيلة ولاسيما في المناطق الصناعية. وتتفاوت الكميات المترسبة من الهواء الجوي في المناطق الصناعية المختلفة تفاوتاً كبيراً. فقد أظهرت القياسات أن كميات عنصر الرصاص قد تصل إلى ٢٠ ملليجرام/سم٢ في العام بالمناطق الصناعية، في حين تتعاظم حتى ٨١٠ ملليجرام/سم٢ بمناطق المناجم. وقد سجلت الكميات المترسبة من عنصر الزنك فيما بين ١٧- ١٢٠ملليجرام/سم٢ ومن عنصر النحاس فيما بين ٤ و ٢٦٠ ملليجرام/سم٢ . ومن وجهة النظر البيئية يجب التعرف على الكميات التي يمتصها النبات من تلك العناصر سواء من خلال الجذور أو الأوراق حتى يتسنى تحديد مستوى الضرر الناجم عنها.

وبصفة عامة تنشأ التداعيات السلبية للتسميد المعدني من جراء التأثير المتبقي من العناصر الغذائية، ولاسيما النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، من جراء المعدلات الكبيرة المضافة التي تتعدى في غالب الأحوال حاجة النباتات النامية. وعادة ما تحتوي الأسمدة المعدنية على معادن ثقيلة لا تتحلل في التربة وتتجمع بها حيث تنتقل إلى النباتات ومنها تتساب إلى السلسلة الغذائية مثل الكادميوم والنيكل والزئبق والكروم. وبعض الأسمدة المعدنية المحتوية على الأمونيا والنترات تعتبر من المواد المتفجرة التي تسبب خسائر جمة ما لم تُراع معايير الأمان في تخزينها والتعامل معها، كما أن كثيراً منها يسبب التهاب الجلد أثناء استخدامه وضيق التنفس في حال استنشاقه مثل الأمونيا.

ويؤدي عدم ترشيد استخدام الأسمدة المعدنية وإضافتها للتربة بمعدلات تفوق حاجة النباتات من العناصر الغذائية، يمتصها النبات فوق طاقته مما يقلل من نوعية المنتج ومن قدرة النبات على مكافحة الآفات. وقد تنقل الزيادة من العناصر الغذائية خارج النبات وتسري بين مكونات النظام البيئي الزراعي بلا ضابط ولا رابط، وقد تتجمع في التربة وتضر النباتات النامية، وقد يصاحب ذلك زيادة تركيز بعض العناصر حتى مستوى السمية مثل عنصر البورون الذى يتواجد كشوائب في المواد الحاملة للأسمدة المعدنية. ويؤدي الإفراط في التسميد المعدني إلى زيادة مستوى ملوحة التربة مما يؤثر بلا شك على غلة الفدان.

وتحتوي الأسمدة المعدنية على مواد سامة للنبات والحيوان والإنسان تقلل من نوعية الغذاء المنتج من خلال نظم الزراعة الكيميائية. وعادة تصنع الأسمدة المعدنية من خامات طبيعية غير نقية، بمعنى أنها تحتوي على مشوبات عديدة إلى جانب العنصر السمادي المستهدف. ومن أشهر الأمثلة في هذا الصدد وجود عنصر الكادميوم الذى يتواجد في صخر الفوسفات بتركيز بين ١-٨٠ جزء في المليون، وفي سماد السوبر فوسفات بتركيز بين ١-٧٠ جزء في المليون، وفي التربة العادية بتركيز نحو ٣ جزء في المليون، وقد يصل في النباتات إلى تركيز بين ٢٠ جزء في المليون.

ويؤدي التسميد المعدني الكثيف إلى تثبيط الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنتروجين الجوي وقتل الديدان الأرضية واختفاء دورها في خصوبة التربة، وإلى تكون بعض المركبات الوسيطة القاتلة للكائنات الحية الدقيقة مثل سيناميد الكالسيوم، وإلى تعزيز العناصر الغذائية في المياه السطحية مما ينشط نمو الكائنات الحية الدقيقة بها، كما تنساب النترات إلى المياه الجوفية وتلوثها. وقد تنساب أكاسيد النتروجين إلى الهواء الجوي بفعل عملية عكس التأزت مما يزيد من مشكلة ثقب الأوزون ويزيد من الأثر الضار للتعرض للأشعة فوق البنفسجية.

ومن ناحية أخرى، فإن من أهم تداعيات الإسراف في استخدام مختلف أنواع الكيماويات الزراعية، ولاسيما الأسمدة المعدنية والمبيدات الكيميائية، إنتاج غذاء غير متوازن في محتواه من العناصر الغذائية، ناهيك عما يحتويه من متبقيات المبيدات الكيميائية والعناصر الثقيلة.

وقد حققت نظم الزراعة الكيميائية طفرة هائلة في زيادة معدلات الإنتاج العالمي للغذاء بشقيه النباتي والحيواني منذ ثلاثينات القرن العشرين. بيد أن تلك الطفرة لم تتعد زيادة الكميات المنتجة من الغذاء، حيث لم تتحسن نوعية الغذاء المنتج، بل على العكس صار الغذاء المنتج يتسم بنقص واضح في محتواه من بعض العناصر المغذية ولاسيما العناصر المغذية الصغرى.

ومن المرتقب حدوث سلسلة من الأحداث في أعقاب التغير الأحيائي لصور المركبات الكيميائية الضارة التي تراكمت في التربة على مدى الزمن. ويتحتم مراعاة ذلك عند التخطيط المستقبلي لاستخدامات الأرض. وقد بدأت كثير من الملوثات تتراكم في التربة منذ أزمان سحيقة تعود إلى العصر البرونزي من جراء أنشطة التعدين والتكرير وحرق الوقود بيد أن الطامة الكبرى بزغت مؤخرًا في غضون القرن العشرون من جراء تعاظم إضافات تنوع ضخم من الكيماويات الزراعية بكميات غير مسبوقة مع إطلالة الثورة الخضراء وترسيخ نظم الزراعة الكيميائية.

ويتحكم في مصير تلك الملوثات داخل التربة عدة عوامل من أهمها السعة التبادلية للتربة ورقم الأس الإيدروجيني وحالة التهوية ومستوى الأكسدة والاختزال ونسبة المادة العضوية ودرجة الملوحة وتنوع الكائنات الحية الدقيقة. وأي تغير ولو غير محسوس له أبلغ الأثر على تلك الملوثات ومدى الضرر الذى يمكن أن تسببه للنظام البيئي الزراعي.

•• تلوث التربة

ينشأ تلوث التربة من وجود مادة غريبة أو تعاظم تركيز مادة مألوفة بما يؤدي إلى الإضرار بخصوبتها وقدرتها على العطاء، في إطار أنها نظام غروي معقد غير متجانس يسعى إلى توازن ديناميكي في إطار صفاته الكيميائية والأحيائية والفيزيائية. وما أن تصل الملوثات إلى التربة الزراعية حتى يظهر تأثيرها إما بصوره مباشرة أو غير مباشرة على التوازن البيئي. وفي أغلب الأحيان تندمج الملوثات مع مختلف مفردات نظام التربة المعقد، ويتحدد مصيرها من خلال عدة تفاعلات إيكولوجية. وطالما أن التربة هي المستودع الأخير للملوثات، يعتبر تلوث التربة من أهم مسببات تدهورها. ويحتاج تقييم تلوث التربة إلى تفهم كامل لطبيعة الملوثات ومساراتها في النظام البيئي الزراعي وطبيعية التربة. ويأتي تلوث التربة من خمسة مصادر رئيسة منفردة أو مجتمعة أغلبها مرتبط بتطبيقات نظم الزراعة الكيميائية، وهي المبيدات الكيميائية للآفات والحشائش والسقط من الهواء الجوي واستخدام مياه وحمأة الصرف الصحي الخام في الزراعة والتسميد المعدني وتصريف النفايات الصناعية في التربة.

ويعتبر تساقط الملوثات فوق سطح التربة وأوراق النباتات من الهواء الجوي ومع مياه الأمطار والري من أهم المصادر الرئيسة للتلوث الزراعي. وعلى سبيل المثال يقدر السقط من الهواء الجوي من الرصاص بنحو ٢٠ ملليجرام على المتر المربع سنوياً في الريف في حين يتعدى ٨١٠ ملليجرام على المتر المربع سنويًاً في المناطق الصناعية. وبفرض أن تراكم العناصر الثقيلة سوف ينحصر في طبقة سطحية بسمك ١٠ سنتيمترات، فإن كل ١٥٠ ملليجرام من العنصر تعادل جزءاً في المليون. كما أن بعض الغازات الضارة تدخل مباشرة من الهواء الجوي إلى النباتات من خلال الثغور. وتأتي كثير من الملوثات التي تدمر التربة والنبات من عادم المصانع والمسابك والسيارات وحرق الوقود الأحفوري، وعادة ما يكون العادم مكتظ بالمعادن الثقيلة.

وتتلوث التربة بما قد تحمله مياه الري من ملوثات في الزراعات المروية أو المطرية، وقد يكون تلوث تلك المياه عرضياً أو دائماً.

ويتوقف مصير المبيدات الكيميائية للآفات في التربة على عدة عوامل منها التركيز الذي استخدم في الرش وخواص التربة الأحيائية والفيزيائية والكيميائية. وما أن يستقر المبيد في التربة الزراعية التي تسكنها أنواع متباينة من الكائنات الحية الدقيقة حتى يتعرض للتكسير والتحلل الأحيائي بفعل تلك الكائنات الحية. وتتأثر فترة مكث المبيدات في التربة بتنوع وكثافة محتواها من الكائنات الحية الدقيقة. وعلى سبيل المثال يسهل أكسدة مبيد الألدرين بواسطة الكائنات الحية الدقيقة في التربة في المناطق الرطبة على عكس المناطق الجافة التي يقل فيها نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة وبالتالي تطول فترة مكوثه بها. ومن المحتمل أن يتكسر مبيد الآفات في البيئة إلى مركبات غير ضاره أو إلى مركبات أكثر سمية وإضراراً بالبيئة والكائنات الحية. وهناك من المبيدات ما يقاوم التحلل الأحيائي ويبقى في البيئة لفترات طويلة قد تمتد في بعض الأحيان إلى عده سنوات. وقد تزال المبيدات الكيميائية للآفات مع مياه الري إلى المصارف الزراعية ومنها تتساب بين مكونات النظم البيئة ولاسيما المياه الجوفية مسببة تلوثها مما ينعكس على مستوى صلاحيتها للاستخدام. وفي بعض الأحيان يمتص النبات بعض المبيدات مهيئاً لها فرصة الولوج في السلسلة الغذائية مما يكون له أبلغ الضرر على الكائنات الحية من جراء ما يعرف بالتعاظم الأحيائي. وتصل المبيدات في نهاية المطاف إلى الإنسان والحيوان مسببة العديد من أمراض العصر مثل السرطان والفشل الكلوي والفشل الكبدي.

وتعتبر متبقيات مجموعة الهيدروكوبونات المكلورة هي الأكثر انتشارا وبقاء في التربة مقارنة بالمجموعات الأخرى من المبيدات الكيميائية للآفات من الكاربامات والفوسفات العضوية التي سرعان ما تتحلل وتختفي بقاياها من النظام البيئي. ولا يعنى ذلك أن المجموعات الأخرى من المبيدات

الكيميائية للآفات آمنة الاستعمال بل أن البعض منها له القدرة على البقاء في التربة كما في حالة استيطان بعض مركبات الفوسفات العضوية في التربة لسنوات طويلة إذا ما توفرت بها بعض الأحوال البيئية مثل الجفاف.

وفي الأحوال العادية تفنى أغلب مبيدات الحشائش ويختفي أثرها الضار خلال عام من رشها بفعل الكائنات الحية الدقيقة في التربة. ويستثنى من ذلك نوعيات خاصة من مبيدات الحشائش لا تتبدد في التربة وتتسم بقدرة فائقة على البقاء مثل حامض البنزويك المكلور والمبيدات التي تستخدم لمكافحة الأعشاب الدائمة عميقة الجذور.

الباب الثالث

نظم الزراعة النظيفة

الباب الثالث

نظم الزراعة النظيفة

سجلت الحضارات القديمة كيف كان الفلاح يمارس الزراعة منذ آلاف السنين ويرشد استخدام الموارد الطبيعية، ويبني خصوبة التربة، ويحافظ على التنوع الأحيائي، وعلى التوازن داخل النظم البيئية الزراعية. وكان يكتفي بتسميد محاصيله بالسماد العضوي، ويستفيد من الطيور والحشرات والأعداء الطبيعية والمفترسات في مكافحة الآفات الزراعية. وظلت الأمور تسير على هذا المنوال لقرون طويلة من الزمن حتى لاحت بشائر الثورة الزراعية الخضراء في مطلع القرن التاسع عشر. ومنذ ذلك الحين شاع بين المزارعين استخدام كميات كبيرة من الكيماويات الزراعية بغية تعظيم إنتاج الغذاء للوفاء بمتطلبات الملايين المتزايدة من البشر.

وفي العقود الأخيرة من القرن العشرين استشعر الناس الأضرار المعاكسة الناجمة عن سوء استخدام الكيماويات الزراعية على الصحة العامة ومستوى صلاحية الغذاء للاستهلاك. وبدا ظاهراً للعيان تفشي العديد من الأمراض التي كانت محدودة الانتشار مثل الفشل الكلوي والكبدي والسرطان، والتي تعزى بدرجة كبيرة إلى متبقيات الكيماويات الزراعية في الغذاء، ناهيك عن تدهور نوعية البيئة واستنزاف مواردها الطبيعية. وبدأ التفكير في منتصف ثمانينيات القرن الماضي في ابتكار نظم زراعية آمنة تتواءم مع البيئة وتحقق إنتاجياً زراعياً نباتياً وحيوانياً خالياً من متبقيات الكيماويات الزراعية ومتوازناً في محتواه من العناصر المغذية من خلال الاستفادة من منجزات التقنيات الأحيائية البيئية ووضعها موضع التطبيق.

ومنذ ذلك الحين سعى الفلاحون إلى إنتاج غذاء كاف وصالح للاستهلاك الآدمي بالإقلال حتى الامتناع الكامل عن استخدام الكيماويات الزراعية، ولاسيما مبيدات الآفات والأسمدة المعدنية، وبما ينعكس على خفض تكلفة الإنتاج الزراعي ويحسن من نوعية البيئة. وبمرور الوقت بدأت ترسخ فكرة الزراعة النظيفة المستدامة علمياً واقتصادياً وتطبيقياً، وتناقل المزارعون خبراتهم المحدودة التي اكتسبوها في هذا المجال من خلال عدة مؤتمرات وندوات محلية وعالمية.

ولاح في الأفق في كثير من الدول تشكيل مجموعات ضغط محلية وعالمية من بين هيئات المجتمع المدني تنادي بضرورة توفير غذاء آمن للبشر، ومنظمات للتسويق والاختبار والترخيص والتفتيش على مزارع الإنتاج الزراعي الآمن. وتكونت هنا وهناك مجموعات من المزارعين الخضر أو المربين الخضر، وتشكلت منظمات عالمية لمساعدة المزارعين في حركتهم من أجل الإنتاج الزراعي الآمن.

وقد أدى ذلك إلى شحذ همة العلماء للبحث جدياً عن تطوير لنظم جديدة للزراعة تتواءم مع البيئة، وقد أثمرت تلك الجهود مؤخرا عن نظم الزراعة النظيفة. وبدأت الجامعات ومراكز البحوث بتعريف المزارعين بما يمكن أن يجنوه من مكاسب صحية وبيئية وعائد مجز حينما يتحولون من نظم الزراعة الكيميائية إلى نظم الزراعة النظيفة.

وعلى مشارف الألفية الثالثة، وفي مضمار السعي لتخفيف الضغوط الجبارة التي تتعرض لها النظم البيئية الزراعية في كل مكان وتحقيق إنتاج أفضل من الناحيتين الكمية والكيفية، تبنت العديد من الحكومات سياسات جديدة من خلال تطبيق تقنيات نظيفة تمنع التلوث وتحقق الاستغلال الأمثل للموارد الطبيعية الزراعية في إطار تقليل المدخلات وتعظم الأداء وزيادة المخرجات وإعادة استخدام وتدوير المتبقيات.

وقد بات مؤكداً أن النظم البيئية الزراعية التي يطبق فيها نظم الزراعة النظيفة تكتظ بملايين الأنواع من الكائنات الحية المختلفة التي تقاوم أمراض النبات من الحشرات الطفيلية والمفترسة والطيور والحيوانات التي بدأت طريقها إلى الانقراض بسبب مبيدات الآفات. كما يزيد فيها أيضاً عدد الكائنات الحية الدقيقة، وتتحسن بها صفات التربة الأحيائية والكيميائية والفيزيائية وتزيد خصوبتها، وتتحسن غلة الحاصلات الزراعية وتجود نوعيتها. وفي نفس الوقت تؤدي إلى تحسن ملموس صحة البيئة الناس وتعرض أدنى للأمراض. ويشيع في تلك النظم استخدام موارد الطاقة الجديدة والمتجددة، ويقل زحف الصحراء وسفي الرمال وتمليح وتدهور التربة والتصحر.

وقد يصعب على كثير من المزارعين القفز مرة واحدة من الإنتاج الزراعي تحت نظم الزراعة الكيميائية إلى الإنتاج النظيف بمفهومة المطلق، مما حدا بالكثير إلى وصف نتاج نظم الزراعة النظيفة بنظم الزراعة الأنظف بمفهومها النسبي الذي يتدرج بمرور الوقت لبلوغ الإنتاج النظيف. وقد يكون فيما عرضه برنامج الأمم المتحدة للبيئة عام ١٩٩٠ في هذا الصدد ما يرضي الكثير منا، حيث يرى أن الإنتاج الأنظف يواصل تطبيق إستراتيجيات بيئية متكاملة ووقائية في كافة مراحل عمليات الإنتاج تحد من المخاطر التي تتعرض لهل البيئة والكائنات الحية، وتصون المواد الخام والطاقة وتحول دون استخدام المواد الضارة وتقلل من تولد المتبقيات وتعيد استخدامها. وفي الوقت الراهن يسود الاقتناع بين الكافة بأن تحقيق التنمية المستدامة يحتم تحقيق الإنتاج الأنظف، من خلال السعي الدؤوب للتوعية البيئية والدعم الحكومي للمنتجين وتيسير نقل التقنيات المستحدثة في مجال نظم الزراعة النظيفة.

ويتفق الجميع على المنافع الاقتصادية والاجتماعية والبيئية العديدة التي تحققها نظم الزراعة النظيفة، فهي ولا ريب تهيئ بيئة صالحة للإنتاج

الزراعي. وفي إطار معايير حماية البيئة الواردة في اتفاقية التجارة الدولية، بدأت ملامح رواج منتجات نظم الزراعة النظيفة من جراء تفضيل المستوردين للأغذية غير الملوثة بمتبقيات الكيماويات الزراعية المنتجة تحت نظم الزراعة الكيميائية.

وهناك العديد من الجهود الدولية التي تبذل حالياً في هذا الاتجاه. فقد وفرت الدانمارك والسويد وإنجلترا وألمانيا وسويسرا دعماً مالياً للمزارعين لتحقيق التحول من نظم الزراعات الكيميائية إلى نظم الزراعات النظيفة. وتسعى كثير من دول الاتحاد الأوروبي في نفس النهج وتشجع تصدير المنتجات الآمنة بعد أن وجدت سوقا تجارياً متسع الأرجاء. ومن الجدير بالذكر أن اتفاقية التجارة العالمية تتضمن شروطاً لعولمة التجارة تطبيق معايير بيئية على الإنتاج الزراعي بحيث تكون السوق مفتوحة، والغلبة في النهاية ستكون لتصدير واستيراد الإنتاج الزراعي الآمن فقط.

•• ماهية الزراعة النظيفة

هناك عدد كبير من المصطلحات والمسميات المتداولة لتعريف ووصف نظم الزراعة النظيفة من أهمها الزراعة الأحيائية (البيولوجية) والزراعة المتجددة والزراعة المستدامة وزراعة الديناميكا الأحيائية والزراعة العضوية والزراعة المعززة أحيائيا والزراعة العضوية الأحيائية. ومؤخراً نادى البعض بتسميتها بالزراعة المستدامة على اعتبار أنها زراعة تأخذ في الاعتبار المعايير البيئية ولاسيما المحافظة على الثروات الطبيعية والتنوع الاحيائي وليس لها تأثيرات جانبية ضارة تقلل من قدرة النظام البيئي الزراعي على الإنتاج بمرور الوقت. ويرى المعارضون لتلك التسمية أن استدامة الإنتاج الزراعي يمكن أن تتحقق أيضا تحت ظلال نظم زراعية أخرى بخلاف نظم الزراعة النظيفة.

ويرى البعض أن نظم الزراعة النظيفة بمثابة نظام زراعي لإنتاج الغذاء والألياف يأخذ في الاعتبار المحافظة على البيئة بجانب الاهتمام بالظروف الاقتصادية ومتطلبات المجتمع. وفي هذا النظام تعتبر خصوبة التربة مفتاح النجاح وذلك في حدود القدرات الطبيعية للتربة والنباتات والحيوانات على إنتاج غذاء ذو صفات جيدة وقيمة صحية عالية. والزراعة النظيفة بصفة عامة لا تستخدم المدخلات الخارجية الكيميائية مثل الأسمدة الكيميائية والمبيدات الكيميائية للآفات والهرمونات وكذلك ترفض استخدام الكائنات الحية النباتية والحيوانية والميكروبية المطورة وراثياً. وهي من جهة أخرى تشجع الاعتماد على القدرة الطبيعية المكتسبة في مقاومة الأمراض والحشرات والآفات في النباتات والحيوانات. وهي تتناغم مع كافة مفردات النظم البيئية الزراعية السائدة في مواقع الإنتاج الطبيعية.

وفي نوفمبر ١٩٦٩ عرفت منظمة الأغذية والزراعة التابعة لهيئة الأمم المتحدة الزراعة المستدامة على أنها نظم للخدمة والصيانة والمحافظة على الموارد الطبيعية يطوع الوسائل التقنية بغية تحقيق احتياجات الأجيال الحالية والأجيال القادمة من الغذاء والألياف. وهي تعنى بالمحافظة على الموارد الأرضية والمائية وتحافظ على التنوع الاحيائي الفطري للحيوانات والنباتات وتضع نصب عينها عدم تدهور البيئة مع خلال الاستفادة من التقدم التقني وبما يحقق نهضة اقتصادية تلبي احتياجات ومتطلبات المجتمع.

وفي عام ١٩٨٩ نشر المركز القومي للبحوث التابع للأكاديمية القومية للعلوم في اليابان تقريرًا هاماً عن نظم الزراعة البديلة، يفيد بأنها حزمة تقنية لإنتاج الغذاء والكساء من خلال تطبيق مهارات ومعلومات تقلل من تكلفة الإنتاج وتزيد من فاعليته وتحافظ على مستوياته من خلال دورات زراعية وتكامل بين الإنتاج الحيواني والإنتاج النباتي مع الاستفادة من تثبيت نتروجين الهواء الجوي بالمعاشرة بين النباتات البقولية والكائنات الحية

الدقيقة والمكافحة المتكاملة للآفات الزراعية وتدوير متبقيات الإنتاج الزراعي كمواد محسنة للتربة واستخدام المخصبات الأحيائية.

وعموماً لا توجد نظم زراعية تنظمها قواعد وقوانين وتقنيات محددة مثلما هو حادث في نظم الزراعة النظيفة. وهناك خبرات متراكمة في هذا المجال لدى الحركة العضوية العالمية ليس فقط من ناحية تطبيق تقنيات وممارسات زراعية صحيحة بل أيضاً من خلال نظم للإشراف والتفتيش تمنح شهادات تميز نوعية المنتجات في الأسواق. وقد ترجمت القواعد العامة للحركة العضوية الدولية إلى ١٥ لغة من الصينية إلى السواحلية، كما أنها متوفرة لمن يطلبها على شبكة الإنترنت.

وأغلب الظن أنه لم يتفق حتى الآن الاتفاق على تسمية مرجعية تحدد ماهية نظم الزراعة النظيفة يوافق عليها الجميع، ولا تزال الاجتهادات والمسميات تظهر من حين لأخر دون ما اختلافات جوهرية أو تعارض ملموس. وفي إيجاز شديد تركز التعاريف المتداولة جميعاً على أن الزراعة النظيفة بمثابة نظام إنتاجي يتجنب استخدام الكيماويات الزراعية، ويؤكد على أن تكون عناصر الإنتاج جميعاً طبيعية.

•• أهداف نظم الزراعة النظيفة

تهدف نظم الزراعة النظيفة إلى تحقيق عدة مآرب يتفق عليها الجميع، وإن كانت هناك بعض الاختلافات في أولويات تحقيق تلك المآرب تحكمها عوامل اقتصادية واجتماعية. وتتحدد الأهداف الرئيسة لنظم الزراعة النظيفة فيما يلي:

- إنتاج غذاء آمن بكميات كافية ذى قيمة غذائية عالية خال من متبقيات الكيماويات الزراعية من خلال تجنب كافة مصادر التلوث

البيئي في جميع مراحل الإنتاج الزراعي ولاسيما الكيماويات الزراعية.

- حث التفاعل بين مكونات النظم الطبيعية لتوفير التوازن البيئي بطريقة بناءة وتشجيع وتنشيط تناغم دورات العناصر في الطبيعية.
- زيادة خصوبة التربة والحفاظ على مستواها على المدى البعيد.
- استخدام مصادر متجددة للطاقة في إطار نظم زراعية تناسب البيئة المحلية .
- تطبيق دورة مغلقة لإنتاج واستخدام الأسمدة العضوية
- مراعاة الآثار الاجتماعية والبيئية من حيث العلاقة السوية بين المنتج والمستهلك.
- الحفاظ على البيئة وتوازنها والحياة البرية والموارد الطبيعية ولاسيما التربة والمياه .

•• ركائز نظم الزراعة النظيفة

تستند نظم الزراعة النظيفة على ثلاثة محاور رئيسة : المحور الأول تدوير المتبقيات العضوية بعد تكميرها إلى أسمدة عضوية صناعية داخل النظام البيئي الزراعي، والمحور الثاني تعديل وتعزيز المحتوى الميكروبي لمنطقة جذور النبات (الريزوسفير) بواسطة مخصبات أحيائية، والمحور الثالث تطبيق نظم المكافحة الأحيائية للآفات الزراعية. ولا يمكن في نظم الزراعة النظيفة فصل عناصر الإنتاج عن بعضها البعض، طالما أنها تتكامل في منظومة تحقق استدامة الإنتاج وتصون الطبيعة. وقد أكدت نتائج العديد من تجارب الأصص والحقول التي أجريت على مدى السنوات

الماضية أن نظم الزراعة النظيفة تحسن الحاصلات الزراعية من الناحية الكمية والنوعية وتزيد محتواها من بعض العناصر الغذائية. وفيما يلي عرض موجز لمحاور نظم الزراعة النظيفة، سوف نتناوله بشيء من التفصيل في فصول قادمة:

■ **التسميد العضوي**: يجب النظر إلى كافة أنواع المتبقيات العضوية مثل متبقيات الحاصلات الزراعية من عروش وأتبان وأحطاب وغيرها ومتبقيات حيوانات المزرعة من روث وزرق وبول ومتبقيات التصنيع الغذائي علاوة على المكون العضوي في قمامة المدن والقرى ومياه وحمأة الصرف الصحي على أنها موارد زراعية متجددة زاخرة بالطاقة. وتقدر الكميات المتولدة من تلك المتبقيات بملايين الأطنان سنوياً يلزم حسن إدارتها كي نتجنب العديد من التداعيات البيئية والصحية غير المرغوبة بتحويلها إلى أسمدة عضوية مكمورة تشتد الحاجة إليها في نظم الزراعة النظيفة كبديل فعال للأسمدة الكيميائية. ومن المؤكد أن السماد العضوي الصناعي جيد التكمير يخلو من الحشائش والكائنات الحية الدقيقة المسببة لأمراض الجذور ويفوق في قيمته السمادية غيره من الأسمدة العضوية المتداولة. كما يمكن تحويل بعض تلك المتبقيات إلى أعلاف للحيوانات تخلو من الكيماويات الزراعية وتسد فجوة في الاحتياجات العلفية المتصاعدة. كما يمكن توليد الغاز الاحيائي من كثير من المتبقيات العضوية مما يوفر مصدراً رخيصاً للطاقة وسماداً عضوياً جيداً. ومما لاشك فيه أنه يتعذر تطبيق نظم الزراعة النظيفة في مواقع تخلو من مصادر دائمة لتولد متبقيات عضوية قابلة للتكمير. وتحت ظلال نظم الزراعة النظيفة تكمر تلك المتبقيات إلى أسمدة عضوية، تضاف للتربة كمصدر رئيس للطاقة اللازمة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بتحليلها حيث ينساب منها تيار مستمر من العناصر الغذائية اللازمة لتغذية النبات في صورة صالحة لامتصاصه. كما يمكن الاستفادة من الأسمدة الخضراء في هذا الصدد

حيث تحرث بعض المحاصيل ولاسيما النباتات البقولية في مرحلة الإزهار وتترك كي تتحلل في التربة قبل الزراعة بوقت كاف مما يحسن من صفات التربة الفيزيقية والكيميائية والأحيائية ويزيد من مستوى خصوبتها.

■ **التخصيب الأحيائي:** يعني به إثراء منطقة جذور النباتات بكائنات حية دقيقة مفيدة لخصب التربة من خلال إضافة مخصبات أحيائية متعددة السلالات تتشكل فيما بينها على هيئة منظومة متعددة الأطراف تتكامل فعاليتها لزيادة مستوى خصوبة التربة والحد من استخدام الأسمدة الكيميائية ومبيدات الآفات التي تستخدم في مكافحة الأمراض الكامنة في التربة. وترتكز نظرية التخصيب الاحيائي للتربة على تعزيز محتوى نوعيات معينة من الكائنات الحية الدقيقة لها دور فعال ومؤكد في تغذية النبات في منطقة جذور النبات. وتتحدد مهام المخصبات الأحيائية في التربة في عدة محاور أهمها تثبيت نيتروجين الهواء الجوى تكافلياً ولا تكافلياً وتحويل عناصر غذاء النبات الصغرى والكبرى إلى صورة صالحة للامتصاص وتنشيط وزيادة حجم الجذور (الشكل رقم ٣) علاوة على مكافحة الأمراض الكامنة في التربة، وتتوفر حاليا بنوك للموارد الوراثية الميكروبية التي يشيع استخدامها في نظم الزراعة النظيفة تعد كل محتوياتها من كائنات حية طبيعية غير مهندسة وراثياً.

■ **المكافحة الأحيائية للآفات:** يقصد بها تطبيق نظم المكافحة الأحيائية كمكون رئيس من نظم المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية من خلال الاستفادة من علاقة التضاد بين الكائنات الحية باستخدام كائنات مفترسة لكائنات أخرى أو كائنات حية دقيقة تتسبب في القضاء على الكائنات الضارة بدون التأثير على البيئة الزراعية أو المنتجات الزراعية وبالتالي لا تؤثر على الإنسان والحيوان. وقد حقق العلماء إنجازات متميزة في هذا المجال وتمكن عدد منهم من تطبيق النتائج العملية على نطاق

حقلي متسع. وقد نجحت المكافحة الأحيائية في التصدي لأمراض نباتية عديدة منها التبقع البني في الفول البلدي والندوة في الطماطم والبياض الدقيقي في الخيار وعفن الثمار في الفراولة.

ويستخدم في هذا المجال كائنات حية مثل الكائنات الحية الدقيقة والحشرات والنباتات ومستخلصاتها. ومن المعروف، على سبيل المثال، أن حشرة أبو العيد تفترس قرابة ١٢٠ فرداً من حشرة المن، وتفترس حشرة فرس النبي كثير من الخنافس والذباب، كما تفترس العناكب والحلم حشرة التربس. وتستطيع كثير من الكائنات الحية الدقيقة النباتية والحيوانية مهاجمة أنواع عديدة من الآفات الحشرية والقضاء عليها.

وفي نظم الزراعة النظيفة، يتم اختيار تراكيب محصوليه ودورات زراعية تراعي اختلاف الاحتياجات الغذائية للمحاصيل، بما يكفل تعظيم الاستفادة من متبقيات كل محصول كي يستفيد منه المحصول التالي له. وعلينا أن نضع نصب أعيننا الحفاظ على تربة خصبة حية خالية من الملوثات توفر للنباتات كافة متطلباتها. ويراعي أن تكون معدلات التسميد العضوي كافية لتلبية حاجة المحاصيل من مختلف العناصر الكبرى والصغرى، كما يراعى الري بمياه خالية من الملوثات، وحفر المصارف الزراعية لتحقيق عدم بلوغ التربة حالة من الغدق تؤثر سلباً على نشاطها الأحيائي، وتقلل من مستوى قابلية العناصر الغذائية بها للامتصاص.

•• الوضع الراهن

لا تلقى نظم الزراعة النظيفة القبول في الدول المتقدمة فقط بل بدأت تأخذ في الانتشار بخطى متسارعة في عدد كبير من دول النامية بغية الحفاظ على البيئة وإنتاج غذاء صحي يمكن تصديره للخارج. وعلى الرغم

من ضآلة المساحات المنزرعة بنظم الزراعة النظيفة على مستوى العالم في الوقت الراهن، غير أن متابعة البيانات المنشورة تشير إلى زيادة مطردة في تحول المزارعين نحو نظم الزراعة النظيفة.

وفي القارة الأوروبية يوجد في ألمانيا ما يزيد عن ثمانين ألف مزرعة تطبق نظم الزراعة النظيفة وتجاهد ضد الضغوط التي تمارسها شركات الكيماويات الزراعية. وتبلغ مجمل المساحات المنزرعة في ألمانيا الوقت الراهن بنظم زراعة نظيفة نحو ٢٪ من مجمل مساحة الأراضي الزراعية. وفي سويسرا بلغت نسبة المساحة المنزرعة بنظم زراعة نظيفة نحو ٧٪ ولاسيما في مناطق كانتون. ويوجد في النمسا حوالي عشرون ألف مزرعة تطبق نظم الزراعة النظيفة تمثل ١٠٪ من جملة المساحة المنزرعة. وفي سالسبورج يزرع حوالي ٥٠٪ من المناطق الزراعية بنظم زراعة نظيفة. وقد بلغت نسبة مساحات المزارع التي تتبع مفاهيم الزراعة النظيفة في السويد وفنلندا ٧٪ من مجمل الرقعة المنزرعة. وفي إيطاليا زاد عدد المزارع التي تطبق نظم الزراعة النظيفة من ١٨ إلى ٣٠٠ ألف مزرعة في العامين الماضيين. وفي القارة الأفريقية على سبيل المثال يطبق في أوغندا برامج للزراعة النظيفة للقطن بدأت بعدة مئات من المزارع وحاليا وصلت إلى ٧٠٠ مزرعة. وفي أمريكا الجنوبية يوجد في المكسيك حوالى عشرة آلاف مزرعة تنتج أغذية نظيفة للتصدير.

وفي جمهورية مصر العربية اعتمدت منظومة الإنتاج الزراعي منذ منتصف القرن العشرين على نظم الزراعة الكيميائية، بسبب الدعم الذي كانت تقدمه الحكومة لمدخلات الإنتاج الزراعي الكيماوي بغية تثبيت أسعار المنتجات الزراعية. ومازال المزارع المصري حتى الآن يطبق نظم الزراعة الكيميائية في مساحات شاسعة، على الرغم من شيوع سياسات آليات السوق ورفع الدعم عن مدخلات الإنتاج الزراعي. وفي الآونة الأخيرة تنبه

القطاع الزراعي إلى جدوى نظم الزراعة النظيفة، وبدأت بعض المزارع تطبق نظم نظيفة للزراعة بدون مدخلات كيميائية، بيد أن عدد تلك المزارع ما زال محدوداً للغاية، ولكن آفاق المستقبل المرئي تبدو رحبة فسيحة.

وتسند نظم الزراعة النظيفة المطبقة حالياً في مصر على الاستخدام الكثيف للسماد البلدي والسماد الأخضر والسماد العضوي الصناعي المنتج من تكمير المتبقيات العضوية. كما تستخدم أيضاً بعض الإضافات الطبيعية لتنشيط عملية التكمير مثل صخر الفوسفات والجبس والطفلة وسماد العظام والدم المجفف وبعض المستخلصات من النباتات والأعشاب البحرية. وما زال استخدام المخصبات الأحيائية محدود للغاية، لعدم دراية المزارعين بها، على الرغم من أن وزارة الزراعة تنتج وتسوق مجموعة متنوعة من المخصبات الأحيائية.

ويقدر مجمل المساحات التي تتبع نظم زراعة نظيفة في مصر حالياً بنحو ١٥٠ ألف فدان، وهناك اتجاه مؤكد لاستغلال المناطق الجديدة المستصلحة بنظم زراعة نظيفة تنتج خضر وفاكهة ونباتات عطرية تخصص للتصدير.

ويوضح الجدول رقم (٤) مدى تواضع معدل انتشار نظم الزراعة النظيفة في مصر. وما زال الأمر في أمس الحاجة للتعريف بتلك النظم الجديدة وإقناع المزارعين بتطبيقها وتوفير كافة المدخلات والتقنيات الضرورية.

جدول رقم (٤)

مؤشرات تطور مساحات الزراعة النظيفة

في مصر (فدان) خلال الفترة بين ١٩٩٥ حتى ١٩٩٩

	٩٦/٩٥	٩٧/٩٦	٩٨/٩٧	٩٩/٩٨
محاصيل حقل وخضر شتوية	١١١٨	١٣٤٧	١٥٣٦	١٨٩٨
محاصيل حقل وخضر صيفية	٣٠	٥٦	١٢٢	١١١
المجموع	١١٤٨	١٤٠٣	١٦٥٧	٢٠٠٩
محاصيل فاكهة شتوية	٢٧	٣٦	١١٢	١١٨
محاصيل فاكهة صيفية	١٥١	١٨٢	٢١٩	٤٨٢
المجموع	١٧٨	٢١٨	٣٣١	٦٠٠
نباتات طبية وعطرية شتوية	١٥١	١٧٨	٣٥٤	٤٨٥
نباتات طبية وعطرية صيفية	١٩٩	٣٢٠	٤٥٢	٤٦٨
المجموع	٣٥٠	٤٩٨	٨٠٦	٩٥٣
المجموع الكلى	١٦٧٦	٢١٢٠	٢٧٩٥	٣٥٦٢

وقد نجح تطبيق نظم الزراعة النظيفة على عديد من الحاصلات الحقلية والبستانية في الحقل وتحت نظم الزراعة المحمية (الشكلين رقمي ٤ ، ٥). وفي الوقت الراهن يهتم كثير من المزارعين بتطبيق نظم الزراعة النظيفة على النباتات الطبية والعطرية حيث تتوفر لها مكانة متميزة في السوق العالمي. وتزرع حاليا نباتات البابونج والكزبرة والشمر والكراوية والشبت والنعناع تحت نظم زراعة نظيفة (الجدول رقم ٥).

جدول رقم (٥)

تقديرات مبدئية لتطور مساحات النباتات الطبية والعطرية المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة في مصر (فدان) خلال الفترة بين ١٩٩٢ حتى ١٩٩٩

المحصول	١٩٩٣/١٩٩٢	١٩٩٥/١٩٩٤	١٩٩٧/١٩٩٦	١٩٩٩/١٩٩٨
بابونج	٣٩٠٥٠	٧١٠٠٠	٨٥٠٠٠	١١٧٠٠٠
ينسون	٥٨٠٥٠	٢٧٠٠٠	٤٣٠٠٠	٨٠٠٠٠
شمر	٥٢٠٠٠	٢٥٠٠٠	٨٣٠٠٠	٩٤٠٠٠
كمون	٨٠٠٠	٢٠٠٠	٧٠٠٠	٢٢٠٠٠
ياسمين	٩٠٧٥	٢٠٠٠	٧٠٥٠	٢٠٠٠
كركديه	-	٥٥٠٥٠	٧٩٠٠٠	١٧١٠٠٠
نعناع	١٤٠٠٠	١٣٠٠٠	-	٢٥٠٧٥
ريحان	٢٥٠٥٠	٢٧٠٠٠	٢٥٠٢٠	١٠٢٥
عرقسوس	١٣٠٠٠	٥٠٥	٦٠٠	٦٠٠

كما نجح تطبيق نظم الزراعة النظيفة في مصر على محاصيل القطن ودوار الشمس وفول السوداني وفول الصويا والبطاطس والبصل والفول البلدي والبسلة (البازلاء) والكوسة (الجدولين رقمي ٦ ، ٧). وقد تطرقت بحوث نظم الزراعة النظيفة لعدد محدود من محاصيل الفاكهة مثل الزيتون، وربما الموالح (الحمضيات) والمشمش (الجدول رقم ٨).

جدول رقم (٦)

تقديرات مبدئية لتطور مساحات محاصيل الحقل
المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة في مصر (فدان)
خلال الفترة بين ١٩٩٢ حتى ١٩٩٩

المحصول	١٩٩٣/١٩٩٢	١٩٩٥/١٩٩٤	١٩٩٧/١٩٩٦	١٩٩٩/١٩٩٨
قمح	١٣٩٠٥٠	١٦٧٠٠٠	٧٣٨٠٠٠	٦٧٨٠٠٠
شعير	٢٩٠٠٠	١٢٠٠٠	٤٤٠٥	٢٧٠٠٠
قصب السكر	٣٠٠٠	–	٤٠٠٠	٨٠٠٠
كتان	–	٨٠٠٠	٦٠٠٠	١٧٠٠٠
ذرة شامية	٣٠٩٠٥٠	٦٩٣٠٧٥	٧٣٣٠٢٥	٦٢٣٠٢٥
قطن	٢٦٧٠٠٠	٦٠٥٠٢٥	٤٩٦٠٥٠	٤٩٦٠٥٠
أرز	١٦١٠٠٠	١٩٠٥٠	٢٩٨٠٠٠	٢٦٩٠٠٠
دوار الشمس	١٤٠٠٠٠	١٨٤٠٠٠	–	١٧١٠٠٠
سمسم	١٥١٠٠٠	٣٥٠٠٠	١٣٠٠٧٥	١٠٤٠٠٠
فول سوداني	–	٤٥٠٠٠	٧٤٠٥٠	٣٥٠٥٠
فول صويا	–	٣٠٠٠	١٥٠٠٠	١٦٩٠٧٥

ويتوقف نجاح تطبيقات نظم الزراعة النظيفة على توفير المدخلات الزراعية النظيفة وتعريف وتدريب المزارع على تلك النظم، وتوفير بنوك معلومات وبنوك للموارد الوراثية للكائنات الحية التي ترتكز عليها نظم الزراعة النظيفة، مع الاهتمام بدعم برامج البحوث والتطوير التي تجرى في هذا المجال الجديد.

جدول رقم (٧)

تقديرات مبدئية لتطور مساحات محاصيل الخضر المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة في مصر (فدان) خلال الفترة بين ١٩٩٢ حتى ١٩٩٩

المحصول	١٩٩٢/١٩٩٣	١٩٩٥/١٩٩٦	١٩٩٧/١٩٩٨	١٩٩٨/١٩٩٩
بطاطس (بطاطا)	١٤٤٠٥٠	٢٤٠٠٢٥	٢٧٦٠٠٠	٣٢٩٠٠٠
بصل	١٥٥٠٥٠	١٤١٠٢٥	١٤٢٠٥٠	٤٢١٠٠٠
بسلة (بازلاء)	٢٤٠٠٠	٤٧٠٥٠	٥٣٠٠٠	٥٥٠٠٠
كوسة	١٥٠٢٥	٤٠٠٠	–	٤١٠٠٠
طماطم (بندورة)	١٠٠٠	١٢٠٥٠	١٩٠٥٠	٤٧٠٠٠
ثوم	٣٥٠٥٠	١٤٠٥٠	٣٤٠٥٠	٥٠٠٠٠
خيار	٦٠٠٠	١٣٠٠٠	١١٠٠٠	١٢٠٠٠
باذنجان	–	٨٠٠٠	٦٠٠٠	١٧٠٠٠
جزر	٠٠٥٠	٢٠٠٠	٦٠٥	٧٠٥
بامية	٢٠٠٠	٨٠٠٠	١٩٠٥٠	٥٠٥٠
كرنب (ملفوف)	–	١٠٢٥	٣٠٠٠	٧٠٠٠

وهناك عدد من الجمعيات الأهلية التي تعمل في هذا المجال في مصر من أهمها الجمعية المصرية للديناميكا الأحيائية التي أسست عام ١٩٩٧، ومركز للزراعة العضوية في مصر الذى يمنح شهادات للمنتجات الزراعية طبقا لمعايير الاتحاد الأوروبي، واتحاد مربي ومنتجي زراعات الديناميكا الأحيائية والزراعة العضوية الذي تأسس في عام ١٩٩٥، والجمعية المركزية لتنمية نظم الزراعة النظيفة التي أسست عام ١٩٩٩ . وهناك أيضاً اتحاد منتجي ومصدري الزراعة العضوية والديناميكا الأحيائية، وجمعية الفيوم للزراعة العضوية، وجمعية أسامة لحماية الزراعة البيئية، وجمعية المركز المصري للزراعة العضوية وجمعية وفا لتنمية الزراعة العضوية.

جدول رقم (٨)

تقديرات مبدئية لتطور مساحات محاصيل الفاكهة المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة في مصر (فدان) خلال الفترة بين ١٩٩٢ حتى ١٩٩٩

المحصول	١٩٩٣/١٩٩٢	١٩٩٦/١٩٩٤	١٩٩٨/١٩٩٦	حتى/١٩٩٩
زيتون	٤٤٠٠٠	٥٠٠٠٠	٥٢٠٠٠	١٧٠٠٠
موز	١٠٠٠	٣٠٠٠٠	٢٢٠٥٠	١٢٠٠٠٠
موالح	٤٣٠٠٠	٢٣٠٠٠	١٧٠٠٠	١٤٠٠٠
نخيل	١٩٠٠٠	١٠٠٠٠	١٩٠٥٠	٣٧٠٠٠
جوافة	–	١٠٠٠٠	٢٤٠٠٠	٤٢٠٠٠
مشمش	١١٠٥٠	٢٠٠٠	–	٣٠٠٠
تين	٦٠٥٠	–	–	٢٠٠٠
مانجو	–	٧٠٠٠	٦٠٠٠	٢٧٠٠٠
عنب	٥٠٠٠	١٦٠٠٠	٢٦٠٠٠	١٨٠٠٠
كمثرى	١١٠٥٠	–	–	–
تفاح	٢١٠٠٠	٩٠٥٠	٣٠٥٠	٤٠٠٠
فراولة	–	–	١٠٠٠٠	١٠٠٠٠

•• تسويق منتجات الزراعة النظيفة

تشير آليات السوق العالمى إلى زيادة مؤكدة في الطلب على منتجات الزراعة النظيفة ربما بنسبة أكبر من معدل النمو والتحول من نظم الزراعة الكيميائية إلى نظم الزراعة النظيفة. ويوضح الجدول رقم (٩) أن المساحات التي تزرع بنظم الزراعة النظيفة على مستوى العالم ما زالت محدودة ولا تفي بمتطلبات السوق العالمي. وعلى سبيل المثال تستورد إنجلترا حاليا ٧٠٪ من منتجات الزراعة النظيفة التي تستهلكها محلياً. وفي

جدول رقم (٩)

المساحات التي تزرع زراعة نظيفة في العالم

القارة أو المنطقة	المساحة (مليون هكتار)
اسـتراليا	١٠,٥
أوروبـــا	٥,٢
أمريكا اللاتينية	٤,٧
الولايات المتحدة الأمريكية	٠,٩٥
آســـيا	٠,٦
أفـريقيا	٠,٢
إجمالى المساحة	٢٢,٢

الولايات المتحدة الأمريكية تقدر قيمة منتجات الزراعة النظيفة بحوالي ٥ بليون دولار ومن المتوقع أن تتضاعف في غضون العامين أو الثلاثة سنوات القادمة. وفي ألمانيا قدر المتداول من منتجات الزراعة النظيفة في الأسواق المحلية عام ٢٠٠١ بحوالي ١,٥ - ٢ بليون دولار، وهناك مؤشرات واضحة لطلب متزايد على أغذية الأطفال المنتجة تحت نظم الزراعة النظيفة. وفي مدينة ميونخ وما يجاورها بلغ نسبة الخبز المصنع من منتجات الزراعة النظيفة المعروض في الأسواق نحو ٣٠٪ من مجمل إنتاج الخبز. وفي عام ٢٠٠٣ بلغت قيمة منتجات الزراعة النظيفة المتداولة حالياً في فرنسا حوالي ٢٠٦ بليون دولار أمريكي. وفي مصر تحول عدد كبير من السكان إلى تناول الشايات المنتجة تحت نظم زراعة نظيفة، وزاد عدد المتاجر التي تعرض منتجات الزراعة النظيفة إلى نحو ٧٠٠ صيدلية و٢٠٠٠ محل لتجارة العطارة بالإضافة إلى عدد محدود من المتاجر التي تعرض خضراً وفاكهة منتجة تحت نظم زراعة نظيفة. وهناك أيضا طلب متزايد على منتجات الزراعة النظيفة في بلدان كثيرة مثل الأرجنتين واليابان واستراليا.

وتحت ظلال اتفاقية التجارة الدولية يتوقع الجميع تطور الطلب على

منتجات الزراعة النظيفة في كل مكان. وعلى الرغم من أن معدلات النمو في سوق منتجات الزراعة النظيفة تتراوح حاليا بين ٢٠- ٣٠٪ سنويا، فقد قفزت معدلات النمو إلى ٥٠٪ في بعض المناطق مثل القارة الأسترالية.

وفي عام ٢٠٠١ قدر حجم سوق منتجات الزراعة النظيفة على المستوى العالمي بنحو ١٣ بليون دولار عام من المتوقع أن تصل إلى ١٠٠ بليون دولار في العشر سنوات القادمة ولاسيما في الولايات المتحدة واليابان (الجدول رقم ١٠).

جدول رقم (١٠)

السوق العالمى لمنتجات الزراعة النظيفة

الدولة	السكان مليون	المبيعات (مليون دولار أمريكى)		النمو المرتقب ٪
		عام ٢٠٠٠	عام ٢٠٠٣	
ألمانيا	٨٢	٢٠١٥٠	٢٠٩٥٠	٥–١٠
بريطانيا	٥٩	١٠١٥٠	١٠٦٥٠	١٠–١٥
إيطاليا	٥٧	١٠٠٢٥	١٠٣٢٥	٥–١٠
فرنسا	٥٨	٨٢٥	١٠٢٥٠	٥–١٠
سويسرا	٧	٤٦٠	٧٥٠	٥–١٥
الدانمارك	٥	٣٥٠	٣٥٠	٠–٥
النمسا	٨	٢١٠	٣٥٠	٥–١٠
هولندة	١٦	٣٠٠	٤٥٠	٥–١٠
السويد	٩	٢٠٠	٣٧٥	١٠–١٥
بلجيكا	١٠	١١٠	٢٢٥	٥–١٠
باقى أوروبا	٨٥	٥٠٠	٨٠٠	
أوروبا		٧٠٢٥٠	٨٠٧٥٠	
الولايات المتحدة	٢٨٥	٧٠٧٥٠	١٢٠٠٠٠	١٥–٢٠
كندا			٩٢٥	١٠–٢٠
اليابان	١٢٢	٢٠٢٥٠	٢٠٧٥٠	
إجمالى		١٧٠٥٠٠	٢١٠٠٠٠	

ومعظم منتجات الزراعة النظيفة في مصر تصدر إلى أوروبا والولايات المتحدة واستراليا، وقليل من الخضر والفواكه الطازجة يباع في السوق المحلي، كما أن كثيراً من النباتات الطبية والعطرية المنتجة تحت نظم الزراعة النظيفة تباع كشايات في الصيدليات المحلية.

ومن الجدير بالذكر أنه صدر في يناير ١٩٩٢ القانون المنظم لنظم الزراعات النظيفة في الاتحاد الأوروبى الذى يتضمن تأسيس جهات تعنى بمراقبة الإنتاج المطابق للمواصفات، وتميز منتجات الزراعة النظيفة المطابقة للمعايير ببطاقات خاصة، وتسعى إلى التقليل من استخدام الأسمدة الكيميائية ومبيدات الآفات، وتجيز استخدام المواد غير العضوية كإضافات، وتستورد مدخلات الزراعة النظيفة، وتتابع عمليات التفتيش والترخيص وتطبق العقوبات على المخالفين. وفي عام ١٩٩٩ عدل القانون ليتضمن منتجات الإنتاج الحيواني، وأصبح قانوناً في ٢٤ أغسطس عام ٢٠٠٠ .

الباب الرابع

نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية



الباب الرابع
نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية

تعتبر نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية من أول نظم الزراعة النظيفة التي بزغت على مشارف القرن العشرين، وعلى الرغم من ذلك لم يسمع عنها كثير من المزارعين في كافة أنحاء العالم حتى الآن. وهي بمثابة نظام متطور من نظم الزراعة النظيفة تلقى في الوقت الراهن اهتماماً متزايداً طالما أنها تسعى إلى إنتاج غذاء على درجة عالية من الجودة وإلى صون النظم البيئية الزراعية. وقد بدأت نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية في عام ١٩٢٤ في أعقاب سلسلة من ثمانية محاضرات ألقاها العالم والفيلسوف النمساوى رودولف شتاينر على مجموعة من المزارعين بالقرب من مدينة بريسلاو، التي كانت تقع في الجزء الشرقي من ألمانيا آنذاك، وتقع حاليا في مدينة وارسو البولندية. وقد نشرت تلك المحاضرات مع ثمانية ملاحق تكميلية في كتاب صدر باللغة الإنجليزية مؤخراً تحت عنوان «الأسس الروحانية لتجديد الزراعة».

وتستند فلسفة رودولف شتاينر على أن الأسمدة الكيميائية استنزفت خصوبة التربة، وتسببت في تدني مؤكد في صحة الناس والكائنات الحية الأخرى .

ومن هنا كانت نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية أول نظم للزراعة تتناغم مع المتطلبات البيئية ويمكن أن تحل بنجاح مؤكد محل نظم الزراعة الكيميائية ومن الأسس البيئية الرئيسة التي تستند إليها نظم الديناميكا الأحيائية النظر إلى المزرعة ككائن حي له كيانه الذاتي، بمعنى أن لكل

مزرعة تفردها الخاص بها الذى يميزها عن غيرها من المزارع. كما تستند على أن التربة أيضا كائن حي وليس علينا سوى تنشيط مفردات الحياة الفطرية تحت الثري، مما يغل محصولاً يفوق نتاج نظم الزراعة الكيميائية باستخدام الكيماويات الزراعية.

وفي هذا الإطار تسعى نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية إلى تعظيم التناغم والتكامل بين المحاصيل والماشية وتدوير العناصر الغذائية وصون التربة والصحة وازدهار النباتات والحيوانات ورفاهية حياة المزارعين. وفي هذا الصدد لا يقصد شتاينر بالبيئة الطبيعية النظم البيئية المتناثرة فوق كوكب الأرض بل يتسع مفهومه ليشمل المؤثرات الكونية أيضاً.

والتفكير المتأني في طبيعة العلاقات داخل النظام البيئي في المزرعة يهدينا إلى سلسلة من التطبيقات الشاملة تراعى فيها الأبعاد البيئية والاجتماعية والاقتصادية للمزرعة. ويوضح الجدول رقم (١١) مقارنة بين أهداف نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية ونظم الزراعة التقليدية.

وعقيدة نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية الأساسية هي أن الغذاء المنتج من خلالها يتميز في محتواه من العناصر الغذائية وذو طعم شهي مقارنة بالغذاء المنتج بنظم الزراعة التقليدية. وفي عام ١٩٢٨ تأسس أول برنامج يضمن منتجات نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية يعرف باسم ديميتر، وهي بمثابة أول علامة بيئية توضع على المنتجات الغذائية النظيفة.

واليوم تطبق نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية في مزارع كثيرة حول العالم في مساحات متباينة وتحت ظروف مناخية وثقافات مختلفة، وأغلب مزارعى نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية في القارة الأوروبية والولايات المتحدة واستراليا ونيوزيلندة.

جدول رقم (١١)

أهداف الزراعة بالديناميكا الأحيائية والزراعة التقليدية

نظم الزراعة التقليدية	نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية
طبيعة المنظومة	
توجه اقتصادى وميكنة وتقليل العمالة	توجه إيكولوجى اقتصادى وعمالة فاعلة
خلل بين توليفة المشاركين	تنوع وتوازن بين توليفة المشاركين
استيراد الأسمدة العضوية والأعلاف	توفير ذاتى للأسمدة العضوية والأعلاف
الأولوية لمتطلبات السوق	توفير الاستقرار بفعل التنوع
الإنتـــــاج	
إمداد خارجى للعناصر المغذية	تدوير العناصر المغذية داخل المزرعة
الأسمدة العضوية من خارج المزرعة	إنتاج الأسمدة العضوية في المزرعة
شيوع الأسمدة المعدنية الذائبة والجير	أسمدة معدنية بطيئة الانسياب عند الضرورة
مكافحة الحشائش بالمبيدات الكيميائية	مكافحة الحشائش بالدورة الزراعية وطرق الزراعة والحرارة
مكافحة الآفات بالمبيدات الكيميائية	مكافحة الآفات بمواد صديقة للبيئة
طعام الأسرة من الأسواق	طعام منتج للأسرة
تغذية وإيواء الحيوان للإنتاج	تغذية وإيواء الماشية للإنتاج والصحة
حاجة دائمة للبذور	لا نحتاج إلى بذور
كيفية التأثير على الحياة	
إعاقة المشاركة في صون البيئة من خلال إضافات كيمائية	يتكامل الإنتاج مع البيئة والمظهر العام للمزرعة في إيقاعات واضحة
لا تستخدم مستحضرات مثل تلك المطبقة في نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية مع استخدام هرمونات ومضادات أحيائية	تنشيط وتنظيم العمليات الأحيائية المعقدة من خلال مستحضرات الديناميكا الأحيائية في التربة والنبات والسماد العضوى
تسميد وتغذية كثيفة تحتاج لتعديلات	ظروف متوازنة للنباتات والحيوانات

(تابع) جدول رقم (١١)

أهداف الزراعة بالديناميكا الأحيائية والزراعة التقليدية

المضامين الاجتماعية والقيم الإنسانية	
مدخلات غير مناسبة ومخرجات غير مناسبة لتكلفة المواد والطاقة لا تدعم الاقتصاد القومي.	مدخلات مثالية ومخرجات مناسبة لتكلفة المواد والطاقة تدعم الاقتصاد القومي.
قطاع خاص ومخاطر كبيرة وربح أحيانا	قطاع خاص واستقرار مالي
تلوث على نطاق عالمى	بدون تلوث
استنزاف خصوبة التربة وشيوع الانجراف وتدني نوعية المياه والحياة البرية	صون مثالى للتربة ونوعية المياه والحياة البرية
رؤية معوقة محدودة للطبيعة يغلب عليها الطابع الاقتصادي	رؤية كلية ووحدة بين المفهوم العالمى والتطوير

ويقتصر الأمر في منظومة الزراعة بالديناميكا الأحيائية على مجرد الاستعانة بعدد من المستحضرات التي تضاف إلى التربة وإلى السماد العضوى الصناعي وترش على النباتات، وتؤدي إلى توليد تناغم فطري بين الكائنات الحية والنظم البيئية الزراعية التي تكتنف جوانبها. وأول مستحضر أقترحه رودولف شتاينر من مستحضرات الديناميكا الأحيائية كان منقوع نبات ذيل الحصان Equisetum الذى يحضر بغلى ٥٠ جراما من مسحوق النبات الجاف في ٥ لترات من الماء لمدة ساعة ثم يخفف الناتج إلى ٢٠ لترا بالماء. ويكفي هذا الحجم لرش فدان من التربة والنباتات النامية به. ويجرى الرش مرتان في العام، الأولى في أوائل فصل الربيع والثانية في أواخر فصل الخريف. وقد حققت تلك المعاملة نتائج طيبة في كثير من البساتين ولاسيما في الفراولة. وبعد ذلك استخدم رودولف شتاينر اللبن في مقاومة مرض جرب التفاح حيث كان يرش الأشجار بمعدل ١-٢ لتر من اللبن في بداية موسم الإزهار.

ومع إقبال كثير من المزارعين على تطبيق نظم رودولف شتاينر في مناطق شاسعة من العالم، شاع استخدم مستحضرين رئيسين في نظم الزراعة الديناميكا الأحيائية يعرفان بالمستحضر رقم ٥٠٠ والمستحضر رقم ٥٠١ .

ويحضر المستحضر رقم ٥٠٠ بتخمير ٢٥ لترا من روث أبقار ولاّدة في حالة صحية طيبة مع عشرة جرامات من مسحوق قشر بيض الدجاج ومائة جرام من مسحوق البازلت والطين وترك الخليط ليتجانس لمدة ساعة، ثم يضاف إلى المزيج قليل من نبات البابونج Chamomille ومن قلف أشجار البلوط Oak ويوضع المزيج داخل برميل خشبي بدون قاع يدفن في التربة في ميقات تحدده تقاويم خاصة بنظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية، ويبقى داخلها لمدة ثلاثة شهور بمنأى عن مياه الأمطار. ويلي ذلك تعبئة قرن ثور بهذا الخليط ودفنه مرة أخرى تحت الثرى ليبقى طوال فترة الشتاء، مع حتمية أن تجرى كل تلك الخلطات بواسطة نفس الشخص. وبعد استخراج قرن الثور من مدفنه، يستخرج من داخله ١٥٠ جراما وتقلب في لتر من الماء لمدة ساعة يدوياً في اتجاهين متعاكسين بعيداً عن تأثير الدوائر الكهربائية والمغناطيسية. ويرش هذا المعلق فوق سطح التربة بمعدل مائة لتر للفدان في بداية موسم النمو إبان المراحل المبكرة للنمو الخضري للنباتات، كما يرش هذا المعلق أيضاً فوق سطح كومات تكمير السماد العضوي الصناعي. ويستخدم السماد الناتج بعد تمام تكميره بمعدل يتراوح ما بين ١٠-١٥ متر مكعب للفدان. ويؤدي إضافة هذا المعلق مع غيره من مستحضرات نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية إلى دمج القوى الفطرية مع القوى الكونية، داخل كومات تكمير السماد العضوي الصناعي، والتي تنتقل بدورها إلى التربة قبل الزراعة، مما ينتج نباتات فائقة القدرة على امتصاص العناصر الغذائية من التربة ولا يمكن للآفات أن تفتك بها.

ويحضر المستخلص ٥٠١ بتعبئة قرن ثور بسيلكا غير متبلورة ويدفن

تحت الثرى في ميقات تحدده التقاويم الخاصة بنظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية، عندما تتوسط الشمس الكرة الأرضية. وتبقى القرون تحت الثرى طوال فصل الصيف وتستخرج في شهر نوفمبر بعد تركز القوى الكونية بين ثناياها. ويحضر معلق السيلكا بنفس طريقة المستحضر ٥٠٠، ويستخدم المستحضر ٥٠١ في رش النباتات فيما بين مرحلتي النمو الخضري والنمو الثمري. ويعتقد القائمون بتطبيق نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية أن معلق السيلكا ينقل القوى الكونية إلى النبات مما يقوي جذوره ويكسبها مناعة ضد غزو الفطريات المرضة، كما أنه يساعد على سرعة نضج النبات وبلوغ حاصلات ذات قيمة غذائية عالية وإلى جانب المستحضرين الرئيسين رقمي ٥٠٠ و ٥٠١ وصف رودولف شتاينر تسعة مستحضرات أخرى تحسن من نوعية التربة وتنشط حياة النبات. وهي تتكون من معادن ونباتات ومستخلصات أسمدة حيوانية. وعادة ما يتم تخمير تلك المواد قبل أن تضاف بكميات صغيرة إلى كومات تكمير الأسمدة العضوية الصناعية. وقد تخلط مع الأسمدة العضوية والتربة أو قد تضاف مباشرة إلى النبات بعد تخفيفها ومزجها على النحو التالي:

- **المستحضر٥٠٢:** يعد بملء مثانة غزالة بأزهار عشب النجارين (جنزبيل) Achillea milifolium ووضعها تحت حرارة وضوء الشمس طوال فصل الصيف ثم دفنها تحت الثرى طوال فصل الشتاء. ويضاف هذا المستحضر إلى كومات تكمير السماد العضوي الصناعي بمعدل ٣-٤ جرام لكل طن وزن رطب بمعدل مرة واحدة كل أسبوع حتى تمام تكمير السماد، مع مراعاة عدم وضعه في نفس المكان من المكمورة مرتين حتى لا يفقد أثره.
- **المستحضر٥٠٣:** يعد بملء قولون بقرة ولّادة بأزهار نبات البابونج (الشيح) ويدفن تحت الثرى طوال فصل الشتاء على عمق لا يتعدى خمسة سنتيمترات.

- **المستحضر٥٠٤:** يعد بدفن نبات الحريق Urtica sp تحت الثرى على عمق خمسين سنتيمتر من السطح طوال فصل الشتاء.
- **المستحضر٥٠٥:** يعد بملء جمجمة بقرة ولادة بمسحوق قلف نبات البلوط ودفنها في تربة تصل إليها المياه عن طريق ذوبان الثلج حتى نهاية فصل الشتاء
- **المستحضر٥٠٦:** يعد بلف زهور الهندباء البري في حجاب حاجز بقرة ولادة ويدفن في التربة طوال فصل الشتاء.
- **المستحضر٥٠٧:** يحضر بخلط عصير زهور نبات عشب القط مع الماء بنسبة ١:١٠٠ لمدة ربع ساعة.

وتدفن المستحضرات من ٥٠٢ حتى ٥٠٧ داخل مكمورة السماد العضوي الصناعي بطريقة خاصة. كما وأنها جميعا تعد في مواقيت معينة وتستخرج من باطن التربة في مواعيد أخرى تحددها تقاويم خاصة بالديناميكا الأحيائية يصدر بيان بها في ألمانيا الغربية وفرنسا مرة كل عام وينشر على شبكة الإنترنت. ولا يستخدم السماد العضوي الصناعي المعد بطريقة الديناميكا الأحيائية بهدف إمداد النبات بالعناصر المغذية أو تحسين خواص التربة فقط، بل يستخدم بهدف إخصاب التربة ونقل القوى الكونية إليها مما يجعل نباتاتها في حالة طيبة.

ويعتقد المعنيون بتطبيق نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية أن استخدام تلك المستحضرات يهيئ وينشط العمليات الأحيائية في التربة ويعزز ويقوي قوى الحياة الأثيرية داخل المزرعة. وتستخدم تلك المستحضرات بكميات متجانسة حيث يكون تأثيرها أكثر فاعلية في التركيز المخفف. وعلى سبيل المثال يضاف نحو ١٣ جراماً فقط (ملعقة شاى غير ممتلئة) من كل مستحضر لتنشيط عملية التكمير في ٧-١٠ كومات من السماد العضوي الصناعي.

وتستخدم نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية مجموعة أخرى من المستحضرات لمقاومة آفات النبات حيث ترش المستخلصات الساخنة لبذور بعض النباتات كبديل لمبيدات الآفات طبقاً لوضع القمر والأبراج في السماء وقت ظهور المرض.

كما انه في كثير من الأحيان يعد منقوع ساخن من أجسام الحشرات الميتة التي تصيب النباتات ثم يرش على المحاصيل النامية اعتقاداً بأنه يحتوي على رائحة الموت الطاردة للآفات الحشرية. وقد تحرق جلود بعض الحيوانات في مواقيت محددة حيث تنبعث منها أبخرة طاردة للقوارض.

وتتسم نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية بسمات خاصة من حيث ارتباطها بالعلوم الروحانية الإنسانية، وفي تأكيدها على أن التطبيقات الزراعية تهدف إلى تحقيق توازن بين العالم الفيزيائي وغير الفيزيائي مع الاعتقاد الراسخ بتأثير كلا من القوى الكونية والأرضية على إثراء المزرعة ومنتجاتها وسكانها بطاقة الحياة. ويوضح الجدول رقم (١٢) التأثيرات الكونية والأرضية على كمية ونوعية المحصول.

وبعبارة أخرى يمكن فهم نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية على أنها توليفة من التطبيقات الزراعية والأحيائية الديناميكا. وتشمل التطبيقات الأحيائية سلسلة معروفة من تطبيقات نظم الزراعة النظيفة التي تحسن من صحة التربة. في حين يقصد بالتطبيقات الديناميكا سلسلة العمليات التي تؤثر على العوامل الأحيائية والغيبية (ما وراء الطبيعة) في المزرعة مثل زيادة قوى الحياة الأساسية أو تطويع المزرعة للإيقاعات الطبيعية مثل البذر خلال أطوار معينة للقمر.

جدول رقم (١٢)

التأثيرات الكونية والأرضية على كمية ونوعية المحصول تحت نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية

التأثيرات الكونية	التأثيرات الأرضية
التأثيرات الرئيسية	
الضوء – الدفء وغيره من الأحوال الجوية وإيقاعاتها الموسمية	الحياة في التربة – العناصر المغذية في التربة– إمدادات المياه – الرطوبة الجوية
التباينات المحلية	
الشمس – السحب – المطر – الارتفاع – درجة التعرض – نوعية الأرض – نظم الطقس – محتوى التربة من السيلكا	الطين – العناصر المغذية – الجير والنتروجين – القدرة على الاحتفاظ بالمياه – درجة الحرارة – الأمطار
التأثيرات العادية على النمو	
النضج – النكهة – الفقد أثناء التخزين – نوعية البذور	محاصيل غنية في البروتين والرماد
تأثيرات من جانب واحد (غير متوازنة)	
غلة منخفضة – مذاق مر – نسيج خشبى ذو ألياف – ثمار مغطاة بالشعر – شيوع الأمراض والآفات	مذاق حلو – القابلية للأمراض والآفات – فقد كبير أثناء التخزين
معايير إدارية	
استخدام الأسمدة العضوية – عدم الإسراف في الأسمدة – تعويض النقص – مسافات مناسبة بين النباتات – كمية تقاوى مناسبة	حرية إضافة السماد العضوى والسماد العضوى الصناعى المعد بمستحضرات الديناميكا الأحيائية – بقوليات كافية في الدورة الزراعية – تعويض النقص – تغطية سطح التربة
استخدام المستحضر رقم ٥٠١	استخدام المستحضر رقم ٥٠٠

ومفهوم التطبيقات الديناميكا الاحيائية، تلك التطبيقات التي ترتبط بقوى غير فيزيائية في الطبيعة مثل الحيوية وقوة الحياة والطاقة وغيرها، يحدد سماتها كأداة روحية غامضة لا يعرف كنهها يمكن أن تحل محل نظم الزراعة الكيميائية.

وتوضح بيانات الجدول رقم (١٣) الفروق بين التطبيقات الزراعية والتطبيقات بنظم الديناميكا الأحيائية في الزراعة.

جدول رقم (١٣)

الفروق بين التطبيقات الزراعية والتطبيقات الديناميكا الأحيائية

التطبيقات الديناميكا الأحيائية	التطبيقات الزراعية
سماد عضوي صناعى منتج بطريقة خاصة	أسمدة خضراء
تسميد ورقي	زراعة محمية في الصوب
زراعة بناء على تقاويم	تكمير
مقاومة الآفات بمستخلصات	زراعات متنوعة
توطين	تكامل الإنتاج النباتي والحيواني
قياس الإشعاعات	خدمة التربة

وقد استخدم رودولف شتاينر في محاضراته عدة مصطلحات يصعب فهمها للتعريف بالديناميكا الأحيائية ولاسيما فيما يخص المفاهيم الميتافيزيائية الغيبية. وقد استخدم شتاينر مصطلحات مثل النجوم والخروج من الكسوف والقوى الأثيرية والقوى النجمية كمفردات ومجمعات لنظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية.

ويؤمن مزارع الديناميكا الأحيائية بأن هناك قوى تؤثر على النظم الأحيائية بخلاف الجاذبية والكيمياء والفيزياء.

•• التكمير بالديناميكا الأحيائية

السماد العضوي الصناعي المعد بأساليب الديناميكا الأحيائية يعتبر بمثابة العمود الفقري لنظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية، حيث يعمل على تدوير الأسمدة الحيوانية والمتبقيات العضوية ويثبت النتروجين ويثري الدوبال ويحسن من نوعية التربة وتنبثق منه طاقة تحيي المزرعة. والسماد العضوي الصناعي المعد بأساليب الديناميكا الأحيائية فريد في نوعه لأنه يعد باستخدام مستحضرات الديناميكا الأحيائية من رقم ٥٠٢ إلى ٥٠٧ .

وطريقة تحضير السماد العضوي الصناعي بأساليب الديناميكا الأحيائية ليست طريقة سهلة. وتبدأ ببناء مصفوفات السماد العضوي الصناعي، ثم توضع المستحضرات أرقام ٥٠٢ حتى ٥٠٧ داخل الكومة متباعدة عن بعضها البعض بمسافة فيما بين ٥-٧ قدم في حفرة بعمق نحو ٣ سم. ويرش المستحضر رقم ٥٠٧ على هيئة سائل على الطبقة الخارجية للكومة لتنديتها. وغالبا ما يضاف المركب ٥٠٧ على هيئة سائل يصب جزء منه في الحفرة ويرش الباقي على قمة كومة السماد العضوي الصناعي. وقد يضاف إلى كومات التكمير مسحوق صخري من الجرانيت تذوب مكوناته بفعل الأحماض العضوية المنسابة من المواد العضوية أثناء التكمير مما يعزز محتوى السماد من العناصر المغذية.

وقد تمكن أحد علماء ميكروبيولوجيا التربة في ولاية كاليفورنيا ممن عاصروا رودولف شتاينر من تحضير لقاح من الكائنات الحية الدقيقة به خمسة وخمسين سلالة من البكتيريا والفطر والخميرة والأكتينوميسيتات ممزوجة بخليط من مستحضرات الديناميكا الأحيائية أرقام ٥٠٢ حتى ٥٠٧ مع المستحضر ٥٠١ . ويستخدم المزارعين بنظم الديناميكا الأحيائية هذا المستحضر لتحضير السماد العضوي الصناعي حيث يخلط مع المواد الخام إثناء بناء مصفوفات السماد العضوي الصناعي. وبصفة عامة يستخدم

كافة مزارعي الديناميكا الأحيائية تلك المستحضرات في تحضير السماد العضوي الصناعي، غير أن هناك اختلافات كبيرة فيما بينهم في التطبيقات التي تمارس طوال فترة نُضّج السماد مثل عدد مرات تقليب الكومة للتهوية وطول فترة النضج.

وطريقة الكومة الثابتة هي الخيار التقليدي لتحضير السماد العضوي الصناعي في نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية، حيث تشكل المواد الخام على هيئة مصفوفات هوائية وتلقح بمستحضرات الديناميكا الأحيائية وتغطي بالقش وتترك بدون أى إثارة لمدة ستة شهور حتى عام قبل استخدامها. وعادة ما تنثر طبقة رقيقة من التربة فوق أسطح الكومة قبل تغطيتها بالقش.

وفي المزارع الكبيرة التي يتم فيها تداول كميات ضخمة من السماد العضوي الصناعي تستخدم الميكنة لتقليب كومات السماد العضوي الصناعي، مما يقل وقت النضج حتى ٢-٣ شهور. وقد تدفن في الكومات الثابتة أثناء إعدادها مواسير للتهوية تزيد من تدفق الهواء الجوي بين ثنايا المواد المكمورة وتقلل أيضا من فترة نضج السماد. وتدعم نتائج البحوث الحديثة بناء كومات السماد الثابتة المهواة من الناحتين الفنية والاقتصادية.

كما أكدت نتائج بعض البحوث أيضاً فاعلية مستحضرات الديناميكا الأحيائية في تحسين نوعية السماد العضوي الصناعي المنتج، حيث لوحظ زيادة ارتفاع درجة الحرارة وسرعة النضج وغزارة العناصر المغذية أثناء التكمير بالديناميكا الأحيائية مقارنة بالتكمير بالطرق التقليدية. وتبين من الدراسات الحديثة أن التربة التي تسمد بسماد عضوي صناعي منتج بالديناميكا الأحيائية تتسم بقدرة فائقة على دعم نشاط الكائنات الحية الدقيقة غير ذاتية التغذية مقارنة بالتربة التي تسمد بالأسمدة الكيميائية.

ويستخدم المزارعين بنظم الديناميكا الأحيائية في أوروبا طريقة

التكميـر داخل براميـل طالما أن حاجـاتهم للسـمـاد العـضـوي الصنـاعي موسـمـيـة. حيث تعبأ البـراميل بروث الأبقار المخلوط بمسحوق قشر البيض ومستحضرات الديناميكا الأحيائية وصخر البازلت والتراب ويدفن البرميل داخل حفـرة للتكميـر لمدة ثلاثة شهـور. وبعد تمام نضج السماد العضوي الصناعي يخفف في الماء ويرش فوق سطح التربة.

وتمر عمليـة التكمير في مرحلتين رئيسيتين هما مرحلة الهدم ومرحلة البناء. وفي المرحلة الأولى تتحلل المتبقيات العضوية إلى جزئيات أصغر، حيث تتكسر البروتينات إلى أحماض أمينية وأمينات ثم إلى أمونيا ونيتريت ونترات، وفي النهاية تتحول إلى نتروجين حر. وتتأكسد مركبات الكربون هوائيا إلى ثاني أكسيد كربون ولا هوائيا إلى غاز ميثان وأحماض عضوية. وقد أدى تفهم مراحل عمليات هدم المتبقيات العضوية أثناء التكمير إلى تحضير لقاح من الكائنات الحية الدقيقة يسرع من عمليات التحلل. ويتركب اللقاح من كائنات حية دقيقة تقوم بتحويل المواد النتروجينية إلى أمونيا وتؤكسد الأمونيا إلى نترات وتحلل السيلولوز والسكريات والنشا، وتحول دون تعفن الكومة وانسياب الروائح الكريهة منها.

وفي المرحلة الثانية يعاد تكوين بعض المركبات بسيطة التركيب على هيئة دوبال بواسطة كائنات حية هوائية واختيارية متجرثمة وغير متجرثمة ومثبتة وغير مثبتة للنتروجين الجوي.

- **الأسمدة الخضراء**

يلقى التسميد الأخضر، وهو أحد تطبيقات نظم الزراعة النظيفة، اهتماماً بالغاً في نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية. ويتم التسميد الأخضر بحرث النباتات في التربة وهي في طور الإزهار لتحسين خواص التربة الكيميائية والفيزيائية والأحيائية. ويشابه تحلل الأسمدة الخضراء في التربة عملية التكمير حيث يجري في مرحلتين لهدم المركبات العضوية

وبناء الدوبال بواسطة الكائنات الحية الدقيقة. ويستخدم بعض مزارعي الديناميكا الأحيائية لقاحات من الكائنات الحية الدقيقة ترش فوق سطح التربة قبل الري مباشرة وبعد حرث النباتات الخضراء في التربة بهدف تنشيط التحليل الاحيائي للنباتات المضافة للتربة.

■ **الدورة الزراعية والتحميل**

نظام تتابع زراعة المحاصيل المختلفة يعتبر بمثابة حجر الزاوية في نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية، في تفهم واضح لتأثير تتابع مختلف المحاصيل على التربة. وهناك من المحاصيل ما يستنزف الدوبال من التربة، ومنها ما يثري محتواها من الدوبال. وكذلك منها ما يعزز محتوى التربة من النيتروجين ومنها ما يستنزفه بدرجات مختلفة.

وقد لجأ مزارعو الديناميكا الأحيائية إلى تحميل محصولين أو أكثر مع بعض بما يحقق فاعلية أكبر في مكافحة الآفات وزيادة الغلة، كما أن التحميل يعزز التنوع الأحيائي داخل المزرعة ويحسن من النظام البيئي الزراعي.

■ **الأسمدة السائلة والشايات العشبية**

الشاي المعد من الأعشاب، وقد يطلق عليه في بعض الأحيان الأسمدة السائلة، هو أحد السمات المميزة لنظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية، وقد يعد أحيانا شاي من السماد العضوي الصناعي.

وفي العادة يتكون الشاي من مستخلص متخمر لنبات ما، ويحضر السماد السائل بتخمير خليط من المستخلصات العشبية قبل خلطه بمستخلص من السمك والعشب البحري. وتتعدد فوائد الشايات العشبية والأسمدة السائلة بين دعم النشاط الأحيائه والديناميكه في التربة مما يدعم انسياب عناصر غذاء النبات الذائبة وتنشط نمو النباتات وتثبط

المرضات، كما أنها تعتبر بمثابة مواد حاملة للقوى الكونية والأرضية. وتسمى تلك المستحضرات أحيانا مستخلصات بناء مناعة النباتات أو مقويات النباتات أو المواد الأحيائية أو المنشطات الأحيائية. ويظهر تأثير تلك المستحضرات جليا على الكائنات الحية التي تعيش على أسطح أوراق النباتات وتلك التي تقطن في منطقة الجذور، ومعظمها يثبط إنبات ونمو الجراثيم المسببة للأمراض وينشط الكائنات الحية الدقيقة التي تضاد الممرضات النباتية ومن أهم تلك الشايات:

- **شاي ذيل الحصان:** يستخلص من نبات ذيل الحصان الغني في محتواه من السيلكا وهو مستخلص وقائي يمنع الإصابة بالأمراض ويعرقل تطورها، ولاسيما الأمراض الفطرية. ويجري تحضيره بنقع النباتات الخضراء أو الجافة في الماء تحت الشمس لمدة عشرة أيام حتى تتخمر.

- **شاي نبات القراص:** يحضر من النبات الكامل في أي من مراحل نموه حتى عقد الثمار باستخدام ثلاثة أرطال من النبات الطازج لكل جالون من المياه وتترك لتتخمر في غضون عشرة أيام وترشح وترش على هيئة شاي مخفف بمعدل يتراوح بين ١٠ – ٢٠ ضعف، وهو يستخدم مع مستحضرات الديناميكا الأحيائية أرقام ٥٠٢ ، ٥٠٣ ، ٥٠٥ ، ٥٠٦ ، ٥٠٧ قبل فترة النقع.

- **شاي نبات الشيح:** يحضر من أزهار نبات الشيح المجففة بأشعة الشمس، ويمكن استخدام الأزهار الطازجة أيضاً لكنها لا تتوفر في كل وقت. ويحضر بنقع محتوى كوب ممتلئ بالأزهار في جالون من الماء الساخن ويقلب جيداً ويرش الراشح بعد أن يبرد. ونبات الشيح غني في محتواه من الكالسيوم والبوتاسيوم والكبريت ومفيد للنباتات الورقية ولا سيما محاصيل الخضر.

- **شاي السنفيتون:** يستخدم على نطاق واسع في نظم الزراعة

بالديناميكا الأحيائية وهو غني في عناصره الغذائية ومفيد لأشجار الفاكهة على وجه الخصوص. ويحضر بتعبئة برميل بأوراق النبات الطازجة وملئه بالماء وتركه للتخمير لفترة بين ٧-١٤ يوم ويرشح ويخفف للضعف قبل استخدامه.

ويلقى الشاى المعد من السماد العضوى الصناعى قبولا يتسع مداه بين مزارعى الديناميكا الأحيائية لتأثيره على تثبيط الممرضات النباتية وكعامل منشط للكائنات الحية الدقيقة في التربة.

•• التأثيرات الكوكبية

تلعب الدورات الفلكية والقمرية دورا هاما في تحديد مواقيت تطبيقات نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية مثل مواعيد تحضير مستحضرات الديناميكا الأحيائية ومواعيد زراعة النباتات. وإدراك التأثيرات السماوية على نمو النبات هي جزء رئيس في الوعي بالديناميكا الأحيائية حيث تؤثر قوى الطاقة الكونية على النظام الأحيائي. وهناك تقاويم عديدة بميقات كافة تطبيقيات الديناميكا الأحيائية يمكن الحصول عليها من شبكة الإنترنت.

•• تقييم نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية

مع اتساع دائرة تطبيق نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية، اهتمت مراكز البحث العلمي والجامعات بهذا المجال، وأجريت العديد من البحوث وعقدت عدة مؤتمرات وندوات علمية هنا وهناك، وتأسس عدد من جمعيات المجتمع المدني في عدة أماكن أخذت على عاتقها تبني نشر تلك النظم الزراعية المستحدثة.

ونعرض فيما يلي نتائج تجارب حقلية أجريت على زراعة نباتات

البطاطس بنظم الديناميكا الأحيائية بجامعة أوبسالا بالسويد وبمركز البحوث الاسكندنافي بغية للحد من الآثار الضارة التي تنشأ من تكثيف استخدام الأسمدة المعدنية الذائبة مما يقلل من مستوى جودة المحصول وصلاحيته للطهي والتصنيع والتخزين، كما نعرض أيضاً مؤشرات رؤية رسالة دكتوراة حديثة أجيزت في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٦ في مجال الزراعة بالديناميكا الأحيائية.

١- أجريت في عام ١٩٧١ تجربتين حقليتين في السويد واسكندنافيا كدراسة مقارنة لزراعة نباتات البطاطس بالطرق التقليدية وبنظام الديناميكا الأحيائية. واشرف على تجربة الجامعة الزراعية بالسويد السيد/ جوزيف دولوهي في أوبسالا، وأشرف على تجربة مركز البحوث الإسكندنافي السيد / بو باترسن في جارنا. وقد نفذت تلك التجارب في تصميم قطاعات منشقة في دورتين زراعيتين الأولى دورة برسيم - بطاطس - قمح ربيعي كنموذج لنظم الزراعة الديناميكا الأحيائية، والثانية دورة شعير ربيعي - بطاطس - قمح ربيعي كنموذج للزراعة الكيميائية التقليدية. وقد زرع كل محصول سنويا في ثلاثة مكررات لكل متغير، وأعيدت الدورة مرتين في أوبسالا وثلاث مرات في جارنا.

ويوضح الجدول رقم (١٤) نتائج تجارب الأعوام الثلاثة الأولى في أوبسالا وجارنا. كما يوضح الجدول رقم (١٥) كمية العناصر المغذية التي أضيفت تحت كل من النظامين.

جدول رقم (١٤)

نتائج تجارب تقييم نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية

	زراعة تقليدية	ديناميكا أحيائية	معنوية الفرق	٪ الزيادة من الزراعة التقليدية
تجربة السويد				
المحصول (كجم/هكتار)	٣٢٠٩	٢٨٠٦	++	٨٧
الفقد في التخزين (٪)	١٦٠٦	٨٠٧	+	٥٢
فيتامين ج (مللجم/ ١٠٠ جم)	١٤٠٠	١٤٠٨	++	١٠٦
عيوب الطبخ	١٧٠٥	٨٠٣	+	٤٧
تجربة اسكندنافيا				
المحصول (كجم/هكتار)	٣٨٠٢	٣٤٠٢	+	٩٠
الفقد أثناء التخزين (٪)	٣٠٠٢	١٢٠٥	+++	٤١
فيتامين ج (مللجم/ ١٠٠ حم)	١٥٠٥	١٨٠١	+++	١١٧
عيوب الطبخ	٤٠١	١٠٩	+++	٤٦

وقد وجد دو لوهي في أوبسالا أن محصول البطاطس الناتج تحت نظم الزراعة التقليدية زاد بمقدار ١٥٪ عن نظيره الناتج تحت نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية. غير أن الزيادة في محتوى المادة الجافة والسعرات الحرارية لم تتعد ٦٪ . كما زاد البروتين الخام والبروتين الحقيقى والأحماض الأمينية الحرة بنسبة ١٧، ١٤، ٢٢٪ على التوالي. وكان البروتين الحقيقى النفي أكبر بمعدل ٢٢٪ . ومن الناحية الأخرى احتوت البطاطس النامية تحت نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية على كميات أكبر من المادة الجافة (٧٪) والبروتين النسبي (٤٪) ودليل الأحماض الأمينية الضرورية (٢٪) وحامض الأسكوربيك (٦٪) والطعم الأفضل (٢٪) وصفات الطبخ (٦٠٪) والفقد أثناء التخزين (٤٨٪).

جدول رقم (١٥)

كمية العناصر الغذائية التي أضيفت في تجربتي أوبسالا وإسكندينافيا (كيلوجرام / هكتار)

	زراعة تقليدية			ديناميكا أحيائية		
	نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم
الدورة الأولى						
بطاطس	١٢٠	٩٠	٣١٥	١١٦	٦٥	١٠٤
جملة ٣ سنوات	٢٨٠	١٣٠	٢٨٧	١٨٠	١٠٢	١٧٣
الدورة الثانية						
بطاطس	١٢٠	٩٠	٣١٥	١١٦	٦٥	١٠٤
جملة ٣ سنوات	١٦٠	١٢٦	٢٥٥	١٦٤	٩٣	١٤٩

ووجد باترسون في تجربة جارنا أن محصول البطاطس الناتج تحت نظم الزراعة التقليدية زاد ١٢ ٪ عن محصول نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية. بيد أن نسبة الفقد أثناء التخزين تعدت ١٤٢٪ . وعلى الرغم من أن محتوى البروتين الخام كان أكبر (٣٩٪) تحت ظروف نظم الزراعة التقليدية فإن دليل الأحماض الأمينية الضرورية والمحتوى النسبه للبروتين كان أكبر تحت نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية بمعدل ٨، ٧٪ على التوالي. وكان محتوى البطاطس من حامض الأسكوربيك ودرجة جودة الطعم أكبر بمعدل ١٧٪ في محصول نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية.

وتشير نتائج البحوث إلى تدهور الطعم والصلاحية للطبخ بسرعة في البطاطس المنتجة بنظم الزراعة التقليدية حيث كان تحول الثمار إلى اللون الأسود يزيد بمعدل ٣١٪ في نظم الزراعة التقليدية، وكانت عيوب الطبخ في عروة أبريل أكبر بمعدل ٣٣٨٪.

٢- ورد في رسالة دكتوراه أعدها أندرو لوراند بعنوان الزراعة بالديناميكا الأحيائية، ونشرتها جامعة بنسلفانيا الأمريكية عام ١٩٩٦، ملامح واضحة لنموذج مثالي للديناميكا الأحيائية بناء على ما وصفه إجون جويا لشرح المعتقدات الضرورية التي تستند إليها تطبيقات الديناميكا الأحيائية، وهي تقع في ثلاث محاور يتضمن المحور الأول معتقدات بشأن طبيعة واقع الزراعة (معتقدات ميتافيزيائية بشأن طبيعة الوجود)، ويدور المحور الثاني حول طبيعة العلاقة بين المشاركين والزراعة (معتقدات بشأن المعرفة)، وسيتناول المحور الثالث كيفية عمل المشاركين في الزراعة (معتقدات بشأن المناهج). وتقارن رسالة لوراند بين تلك المعتقدات في أربعة نماذج للزراعة تشمل نظم الزراعة التقليدية ونظم الزراعة الكيميائية ونظم الزراعة النظيفة ونظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية (الجداول أرقام ١٦ ، ١٧ ، ١٨ ، ١٩).

جدول رقم (١٦)

نظم الزراعة التقليدية

علم المناهج	علم المعرفة	علم الوجود
غالبا ما يطبق المزارع التقليدى بدون فهم نظم لعمليات موسمية وبذر وزراعة وحصاد تستند على ما توارثه عن الأباء وحكماء القبيلة ويتناغم مع الأعراف	يواجهه المزارع التقليدى زراعة تتميز بعادات وشعائر وحكمة متوارثة وأعراف قبلية وخرافات ومعتقدات دينية وغيرها من العوامل الخارجية	تتباين نظم الزراعة التقليدية من ثقافة إلى ثقافة ومن إقليم إلى إقليم وأحيانا من قبيلة إلى أخرى. وغالبا ما تكون على هيئة شبكة من العلاقات بين الأحياء والديناميكا
لا يعتد كثيرا بالابتكارات وفي العادة تقبل ببطىء		الكرة الأرضية كائن حي داخل كون حي

(تابع) جدول رقم (١٦)

نظم الزراعة التقليدية

علم الوجود	علم المعرفة	علم المناهج
تعمل القوى في كل الأحياء والأموات		
تلعب الإيقاعات السامية دوراً في الصحة والرفاهية		
الناس والحيوانات جزء مكمل للكل		
المزرعة ليست كائنا مميزا		
رغما من أن تلك المكونات تتشكل في كليات، فليس من الضرورى أن تكون حالة الصحة مرموقة		

جدول رقم (١٧)

نظم الزراعة الكيميائية

علم الوجود	علم المعرفة	علم المناهج
الزراعة الكيميائية مشروع اقتصادى يهدف إلى تعظيم الربح في أقصر وقت ممكن استنادا إلى تعظيم استخدام الموارد والعمالة والتقنيات	عادة ما يواجه المزارع الكيماوى علاقة عمل مع "مصنع" المزرعة تتخذ جميع القرارات والسياسات من القاعدة	المزارع الكيماوى ناجح طالما تحققت أكبر المنافع الاقتصادية. وبالتالي تستخدم وتقيم وتطور الطرق والتطبيقات التي تؤدى إلى فاعلية التقنيات أو العمالة

(تابع) جدول رقم (١٧)

نظم الزراعة الكيميائية

علم الوجود	علم المعرفة	علم المناهج
كوكب الأرض مصدرٌ نسبيٌ غير محدود من الموارد المتجددة	يتشكل تفكير وتعريف وتحليل المزارعين للمشكلات في إطار تقنى	لا يعتد غالبا بالابتكارات ولكنها تقيم طبقا لمساهمتها في تحديد الربح الذى يأتى من زيادة المخرجات أو خفض المدخلات
	يتناقض التنوع الأحيائى من الوجهة الاقتصادية مع مستوى الفاعلية. المحصول الواحد هو القاعدة في الزراعة الكيميائية	
تحلل المواد لاستخدامات ميكانيكية بارعة تأثير الظروف الطبيعية يتحد بالتقنيات منظور الناس والحيوانات يأتى في سياق انسياب النقد منظور المزرعة غالبا ما يكون كآلة أو مصنع		

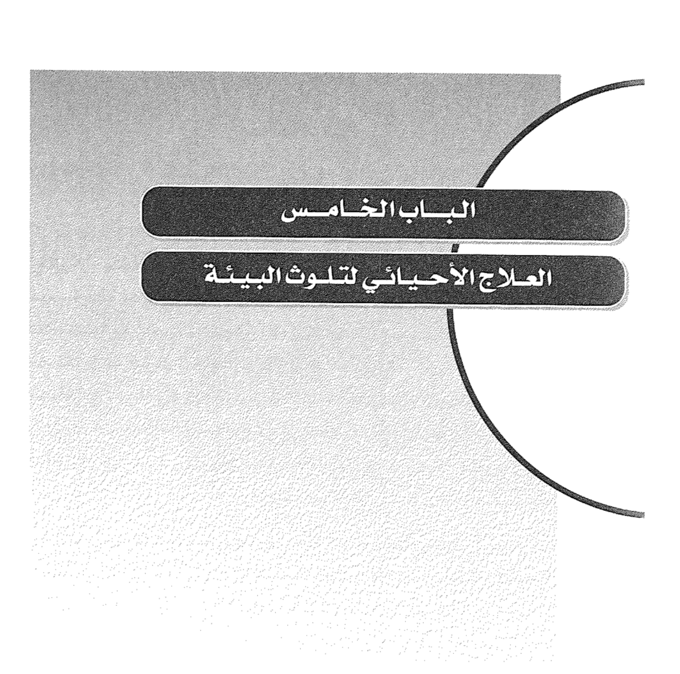
جدول رقم (١٨)
نظم الزراعة النظيفة

علم المناهج	علم المعرفة	علم الوجود
يسعى المزارع النظيف لدعم الاستدامة ويحدد نشاطه في تطبيقات غير متجددة وغير ضارة وبالتالى يدعم الاستدامة القائمة	يواجه المزارع النظيف مشاركة من تعقد النظام البيئى ومحاولات العمل في إطار هذا النظام البيئى لتحقيق الاستدامة	تنظر الزراعة النظيفة للحياة كنظام بيئى معقد
الإنتاج النظيف لا يركز على التنوع الأحيائى كأساس وإنتاج محصول واحد من الأمور المألوفة		طبيعة الكرة الأرضية بمثابة نظام بيئى حى ولو كان من مواد نقية
		تتحلل المواد لاستخدامات إيكولوجية متوازنة
		الظروف الطبيعية مقبولة ومنضبطة
		المزرعة جزء مكمل لنظام بيئى أكبر (رؤية إيكولوجية)

جدول رقم (١٩)

نظم الزراعة بالديناميكا الأحيائية

علم التناغم	علم المعرفة	علم الوجود
تتبع علاقة التشخيص والعلاج تقسيم نشاط مزارع الديناميكا الأحيائية إلى تداخلات للصون والعلاج	يواجه مزارع الديناميكا الأحيائية علاقات دعم وعلاج تعقد حياة وديناميكية المزرعة	الديناميكا الأحيائية نظام حى ديناميكى (روحى) معقد للزراعة
هناك اهتمام كبير بالتوازن ومناعة النباتات والحيوانات	السعى لتطوير الملاحظة والتشخيص والعلاج أمور رئيسة تحدد علاقة المزارع بالمزرعة	كوكب الأرض كائن حى داخل الكون الحى يتسم بقالب روحى فيزيائى
		المواد تحمل القوى التي تدعم الحياة
		تؤثر الإيقاعات السامية بصورة مباشرة على الحياة في الأرض
		يعيق الناس والحيوانات الإيقاعات السامية
		المزرعة كائن حى ديناميكى



الباب الخامس

العلاج الأحيائي لتلوث البيئة



الباب الخامس

العلاج الاحيائي لتلوث البيئة

تفرد الكائنات الحية الدقيقة واتساع مدى قدراتها الوظيفية وتنوع طبيعتها تحت ظروف بيئية متباينة عزز التفكير في تسخيرها كأدوات حية فعالة في حل كثير من المستعصى مما يواجه الناس من تنوع مشكلات الحياة اليومية. وقد حقق استخدام الكائنات الحية الدقيقة خلال النصف الأخير من القرن الماضي منجزات لا تخطئها عين في المجالات الطبية والصحية وفى صناعة الغذاء وصون البيئة والتقنيات الأحيائية وغيرها. وكثير من تلك المنجزات لم تكن لتحقق من خلال طرق كيميائية وفيزيائية وهندسية في إطار جدوى اقتصادية مقبولة.

غير أن بعض التطبيقات التي جرت في السنوات الأخيرة بالعلاج الاحيائي لبعض مشكلات تلوث البيئة ولاسيما موارد التربة والمياه باستخدام الكائنات الحية الدقيقة لم تلق كامل الدعم من العلماء نظراً لصعوبة بلوغ المستوى المرجو من العلاج. ومن المعروف أن الكائنات الحية الدقيقة تكون فعالة عند دفعها داخل بيئية مواءمة من توفر لها كافة متطلبات حياتها من المياه والأكسجين والعناصر المغذية ومستوى مناسب من حموضة أو تعادل أو قلوية الوسط ودرجة حرارة مناسبة.

وتعاني النظم البيئية الزراعية في كافة أنحاء العالم من تراكمات من متبقيات الكيماويات الزراعية ولاسيما المبيدات الكيميائية للآفات والمعادن الثقيلة. ويبدأ التحول من نظم الزراعة الكيميائية إلى نظم الزراعة النظيفة، برصد كميات ونوعيات الملوثات في النظم البيئية الزراعية،

ومحاولة علاجها أحيائيا قدر الإمكان بواسطة كائنات حية دقيقة متخصصة في تكسير تلك الملوثات.

وقد تم حديثا عزل بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تستطيع تحليل بعض المبيدات الكيميائية للآفات في التربة، مثل فطريات العفن الأبيض التي يمكنها أكسدة مركبات ددت واللندين والبنزبيرين إلى ثاني أكسيد كربون وماء. ومن خلال سلسلة من التجارب العلمية أزيح الستار عن الظروف المثلى التي تدعم نشاط فطريات العفن في تحليل تلك المركبات السامة، وتم التعرف على الإنزيمات التي يفرزها الفطر وتكسر تلك المركبات سواء كانت حلقية أو ذات سلاسل جانبية. وتبين أن فاعلية فطريات العفن في أكسدة تلك المركبات تزيد طردياً مع توفر عنصر النيتروجين في التربة مع نسبة رطوبة مناسبة ورقم أس إيدروجينى يقرب من التعادل. ويحاول نفر من العلماء حاليا تعظيم قدرة تلك الفطريات بواسطة تقنيات الهندسة الوراثية من خلال نسخ الحمض النووي للإنزيمات المسئولة عن تكسير تلك المركبات لاستخدامه في العلاج الأحيائي للتربة والبيئة على نطاق تجاري.

كما أمكن عزل بعض أنواع من الكائنات الحية الدقيقة تفرز إنزيمات تحلل مركبات الفينول ومركبات ددت والمركبات ثنائية الفينيل عديدة التكلور وكثير من مركبات الهيدروكربونات. وفي غالب الأمر نحتاج إلى إضافة مزيج متنوع من الكائنات الحية الدقيقة تعمل في تناسق مع بعضها البعض في تحليل تلك المركبات السامة إلى مركبات غير سامة في النظم البيئية الزراعية سواء في التربة أو المياه .

وهناك بعض الكائنات الحية الدقيقة تستطيع إنتاج بروتين خاص له قدرة على الارتباط بالمعادن الثقيلة في المياه. وقد أمكن فصل تلك البروتينات من بكتيريا إيشيريشيا كولاى وربطها بالفوسفات وبعض المعادن

الثقيلة. ويمكن معالجة المياه الملوثة بنوعيات خاصة من الطحالب والبكتيريا في بحيرات مكشوفة تحت ظروف هوائية أو هوائية اختيارية حيث تنشط الطحالب والبكتيريا بالتبادل في تحليل كثير من ملوثات المياه.

وتعتبر المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات التي تحتوي حلقة أو حلقتين من البنزين من أخطر الملوثات العضوية المسببة للسرطان التي تلوث التربة والمياه. وتتساب تلك المركبات إلى البيئة مع حرق الوقود الأحفوري وغيره من المشتقات النفطية. ونظرا للخطورة الفائقة لتلك المركبات حددت وكالة حماية البيئة الأمريكية ستة عشر نوعا، ثمانية منها تأكدت قدرتها على توليد السرطان في الإنسان، ووصفتها بالملوثات الخطرة.

وفي باكورة ثمانينات القرن العشرون تركزت البحوث حول تحلل المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات بواسطة الكائنات الحية الدقيقة في المركبات قليلة الوزن الجزئيى التي تحتوى على ثلاثة حلقات بنزين أو أقل. وتلى ذلك دراسات على تحلل المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات الأكثر تعقيدا باستخدام سلالات مفردة نقية من الكائنات الحية الدقيقة. وكانت أول التجارب الناجحة باستخدام بكتيريا الميكوباكتيريم لتحليل البيرين الذي أضيف إلى بيئة نمو البكتيريا كمصدر وحيد للكربون والطاقة. ونجح العلماء أيضا في تحليل نوعيات أخرى من المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات باستخدام سلالات مختلفة من الكائنات الحية الدقيقة مع تنوع مصادر الكربون في كل حالة وعدم الاكتفاء بالمركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات كمصدر وحيد للكربون والطاقة في وسط النمو.

ومن أمثلة التجارب الناجحة في هذا الصدد قدرة بكتيريا البيارينكيا على أكسدة مركب بنزوبيرين في وجود السكسينات وثنائي الفينيل. ونجحت

العديد من الفطريات في إفراز إنزيمات تستطيع تكسير بعض المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات.

وعرف العلماء المسارات الاحيائية التي تمر بها خطوات تحلل المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات بواسطة الكائنات الحية الدقيقة، وماهية المركبات الوسيطة التي تتكون أثناء التحلل الأحيائى، كما كشفوا اللثام أيضا عن الظروف المثلى لتحقيق أفضل نتائج العلاج الاحيائي للنظم البيئية من أذى المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات

وكانت معالجة التربة الملوثة بالمركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات التي تحتوي على أقل من أربعة حلقات بنزين تتم بالتحلل الاحيائي الطبيعي بفعل الكائنات الحية الدقيقة المقيمة في التربة، بيد أن ذلك الأمر كان يستغرق وقتاً طويلاً وبدون تحقيق نتائج مؤكدة في تنظيف التربة من تلك الملوثات وذلك طبقا للصفات الكيميائية والفيزيائية والأحيائية للنظام البيئي المحيط.

وفي بعض الأحيان تعالج الطبقة السطحية الملوثة من التربة بإزالتها وفرشها على مساحة واسعة في طبقة رقيقة ثم تضاف إليها العناصر الغذائية من أملاح النتروجين والفوسفات وتلقح بسلالات مختارة من الكائنات الحية الدقيقة قادرة على التحلل الاحيائي للملوثات المستهدفة. بيد أن تلك التقنية باهظة التكاليف وغير مضمونة النتائج، وإن حققت بعض النجاح في حالات محدودة في بعض الدول المتقدمة.

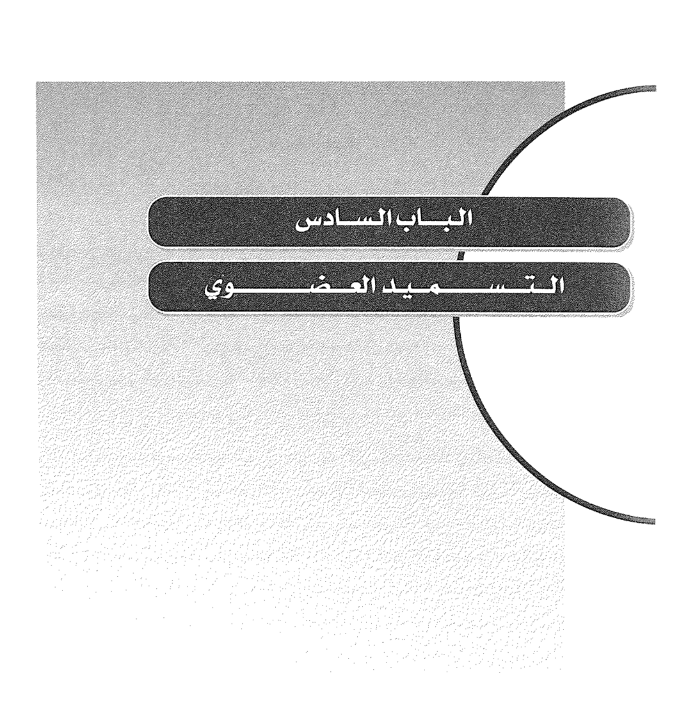
وتعالج التربة الملوثة بالنفط بإزالتها من الموقع وتخفيفها بالمياه بنسبة ١٠-٣٠٪ (وزن/حجم)، ثم يمرر المزيج في طاحونة تقلل من حجم الحبيبات قبل تمرير تيار من الهواء عليها داخل مفاعلات أحيائية خاصة تتوفر بها العناصر الغذائية ومدعمة بلقاحات نشطة من كائنات حية دقيقة مختارة. وتبقى التربة داخل المفاعل الأحيائى لفترات متباينة، حسب درجة تلوثها،

ولا تعاد إلى موقعها بعد تجفيفها، قبل التأكد معمليا من تمام إزالة كافة الملوثات المستهدفة. وتعالج المياه المنزوعة من التربة إحيائيا قبل السماح بتصريفها في البيئة، ويمكن إعادة استخدامها في معالجات أخرى. وفي تلك الطريقة يتم تحلل المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات بسرعة تفوق تلك التي تجرى في الحقل بصورة طبيعية. وعادة ما ينخفض تركيز المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات بدرجة ملموسة بعد أسبوعين من بدء العلاج الاحيائي، مع مراعاة أن تحلل المركبات الهيدروكربونية العطرية متعددة الحلقات يزداد صعوبة كلما زاد وزنها الجزئي. وفي بعض الأحيان قد تلقي التربة بعض المعاملات الكيميائية بالأوزون أو فوق أكسيد الإيدروجين مما تسهل عمليات العلاج الأحيائي لإزالة بعض الملوثات منها.

ومن ناحية أخرى، يمكن من خلال عملية التكمير تحلل المواد العضوية السامة التي قد تتواجد في البيئة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة إلى مواد غير سامة. ويوصي باستخدام التكمير في المعالجة الأحيائية للتربة الملوثة ببعض المركبات العضوية الضارة. وقد أمكن بواسطة التكمير تحليل الكثير من مبيدات الآفات والمتبقيات الصناعية وعدد كبير من الهيدروكربونات والمواد البترولية. كما يمكن تلقيح كومات التكمير بنوعيات معينة من الكائنات الحية الدقيقة النشطة في تحليل عدد من ملوثات التربة قبل استخدامها في التسميد.

وقد أمكن معالجة التربة الملوثة بمركبات الفينول الأليفاتية والمستويات القليلة من الهيدروكربونات الأليفاتية والحلقية بواسطة التكمير من خلال نشاط الكائنات الحية الدقيقة. كما أمكن معالجة مركبات الفينول المكلورة والمستويات القليلة من الهيدروكربونات العطرية متعددة الحلقات بواسطة فطريات العفن الأبيض التي يمكنها أيضا تحليل النفثالين في غضون سبعة أيام. غير أن بعض أنواع مبيدات الآفات من الهيدروكربونات المكلورة مثل

كلوروادان وهبتاكلور والدرين تعتبر ثابتة نسبياً في البيئة وتبقى في التربة لفترات طويلة، وأمكن مؤخرا إنتاج نوعيات جديدة منها قابلة للتحلل الاحيائي في التربة. وتحت الظروف الهوائية تتحلل أحيائياً كثير من المركبات ذات الوزن الجزئى الكبير بصورة طيبة.


الباب السادس
التسميد العضوي



الباب السادس

التسميد العضوي

تتكون الأراضي الزراعية بصفة رئيسة من مواد معدنية تأتي من مادة الأصل التي تكونت منها التربة عبر ملايين السنين. وتحتوي التربة أيضاً على نسبة قليلة من المواد العضوية تتراوح ما بين ٥٪ في الأراضي الغنية في المادة العضوية وتقل حتى أجزاء قليلة في المليون في تربة المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

ويبدأ تكون المادة العضوية على صورة مركبات عضوية بسيطة من الماء وثاني أكسيد الكربون وطاقة الشمس خلال عملية التمثيل الضوئي داخل بعض الخلايا الحية التي تحتوي على الكلوروفيل في النباتات في اليابسة والكائنات الحية الدقيقة ولاسيما الطحالب في المحيطات. وتدخل تلك المركبات الكربونية الأولية سلاسل طويلة من المسارات الأحيائية داخل الخلايا الحية حيث تتحول إلى كم متنوع هائل من المركبات العضوية، كثير منها يتبقى على هيئة متبقيات نباتية مثل الأحطاب والعروش. ويتغذى الإنسان والحيوان على تلك المركبات العضوية التي تكونت داخل الخلايا النباتية حيث يستخلص منها الطاقة والعناصر الغذائية اللازمة لتسيير أمور حياته ويلفظ الباقي على هيئة متبقيات عضوية مثل روث البهائم وحمأة الصرف الصحي.

وفي نهاية المطاف تستقر المادة العضوية في التربة الزراعية من خلال عمليات التسميد العضوي حيث تتناولها الكائنات الحية الدقيقة بالتحليل وتعيدها إلى سيرتها الأولى على هيئة عناصر غذائية يمتصها النبات. وهي

تعتبر مصدر الطاقة الرئيس الذي يمد الكائنات الحية الدقيقة في التربة والنباتات النامية بها بكافة متطلباتها. وأهم ما يميز المادة العضوية عن غيرها من الكيماويات الزراعية التي تضاف على هيئة أسمدة معدنية، هو احتوائها على كافة العناصر الغذائية التي تحتاجها الكائنات الحية في صورة متوازنة تلبي احتياجات النباتات من كل العناصر الغذائية. ومن المعروف أن الكائنات الحية تحتاج إلى مجموعة من العناصر الغذائية بكميات كبيرة تعرف بالعناصر الكبرى مثل النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، في حين تحتاج للبعض الأخر منها بكميات قليلة وتعرف بالعناصر المغذية الصغرى مثل الحديد والزنك والمنجنيز وغيرها.

وتؤدي قلة كمية المادة العضوية في التربة، ولاسيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، إلى تدني صفات التربة الأحيائية والكيميائية والفيزيائية وبالتالي عدم مواءمتها لنمو النباتات مما ينعكس سلباً على غلتها من الحاصلات الزراعية بالرغم من اللجوء إلى التسميد الكثيف بالأسمدة المعدنية. ويعزى النقص في محتوى التربة، في غالب الإقليم العربي من المادة العضوية، إلى الطقس الجاف وكثافة محتوى التربة من الكائنات الحية الدقيقة التي تزيد من معدلات تحللها في وقت قصير، وإلى تقاعس المزارعين في الآونة الأخيرة عن التسميد العضوي بسبب ارتفاع تكاليف النقل.

ومع انتشار نظم الزراعة النظيفة تشتد الحاجة حالياً للتسميد العضوي لمجابهة تدهور التربة الزراعية وتحسين مستوى خصوبتها. وتعتبر الأسمدة العضوية بمثابة المكون الرئيس الذي تستند إليه نظم الزراعة النظيفة لتوفير الطاقة والعناصر المغذية لكافة مفردات النظام البيئية الزراعية.

•• منظومة إدارة المتبقيات العضوية

يصاحب جميع أنشطة الناس الحياتية تولد كميات ضخمة من المتبقيات، كثير منها يكون على هيئة متبقيات عضوية. ويجب حسن إدارة تلك المتبقيات وتدويرها وإعادة استخدامها تخفيفا للضغوط التي تعاني منها الموارد الطبيعية ودرءا لمخاطر تلوث البيئة وتدني نوعيتها. ويتم ذلك في إطار منظومة للتداول والإدارة السليمة للمتبقيات العضوية في الريف والحضر تتكامل في ثلاث حلقات ترتبط كل منها بالأخرى. وينعكس أى خلل في تنفيذ مرحلة ما بالسلب على كفاءة تشغيل المنظومة ككل. وتتضمن تلك المراحل مرحلة التولد والتخزين والتجميع، ومرحلة النقل، ومرحلة المعالجة والتصرف.

■ **مرحلة التولد والتخزين والتجميع:** تتولد المتبقيات العضوية من عدة مصادر رئيسة من أهمها على مدار اليوم قمامة الوحدات السكنية والشوارع والأسواق والمتاجر والورش الصغيرة والمرافق العامة والوحدات الصحية والإدارية والتعليمية ومرافق الصرف الصحي. كما تتولد أيضاً على هيئة متبقيات الإنتاج الزراعي إما على مدار اليوم مثل متبقيات الإنتاج الحيوانى، أو موسمياً مثل متبقيات الإنتاج النباتي. ويتطلب الأمر تخزين تلك المتبقيات العضوية في مواقع تولدها لحين جمعها. ويجب جمع روث الماشية من تحت الحيوانات بصفة دورية، ونقله فوراً إلى موقع معالجة وتصريف المتبقيات العضوية. ومن الموصى به معالجة متبقيات الإنتاج النباتى في مواقع تولدها بالحقول كلما أمكن ذلك، حتى لا تزيد تكلفة المنظومة، إلا في حالة إضافتها إلى مخلوط المتبقيات العضوية الأخرى في مواقع المعالجة والتصرف.

وتعتبر مرحلة التولد والتخزين والتجميع الأكثر تأثيراً في النظافة والصحة العامة والأشد ارتباطاً بنوعية ومستوى البيئة وبالحياة اليومية

للناس. ويؤدي عدم تفريغ وسائل التخزين والتجميع في مواقيت مناسبة إلى تراكم المتبقيات العضوية في العراء. وأي قصور في تنفيذ مرحلة تولد وتخزين وتجميع المتبقيات العضوية يلمسه الناس مباشرة، ويؤدي إلى تعاظم الشكوى العامة وتفشي الأمراض وانتشار الهوام.

ولا يخضع تخطيط مرحلة تولد وتخزين المتبقيات العضوية، شأنه شأن باقي مراحل المنظومة، للعوامل البيئية والصحية فقط، بل يتحتم أن نراعي فيه الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية. وإذا كان عدم توفر وسائل التخزين والتجميع بالأعداد والأحجام المناسبة وفي الأماكن الملائمة يسبب ضعف كفاءة المنظومة، فإن زيادة أعداد وأحجام معدات التخزين والتجميع عن المستوى المطلوب يمثل تكلفة وفاقداً اقتصادياً لا داعي له، ويمكن توظيفه لدعم مرحلة أخرى في المنظومة. ويستلزم ذلك مراعاة الدقة والواقعية في تخطيط تلك المرحلة، مع مراعاة التوافق والتجانس بينها وبين باقي مراحل المنظومة.

■ **مرحلة النقل:** يتم في تلك المرحلة نقل المتبقيات العضوية التي جمعت من مختلف مصادر التولد، ربما بعد تجميعها في عدة أماكن مركزية، إلى مواقع الفرز والمعالجة. ويراعى تحديد خطوط سير مركبات النقل وتحديد عدد دوراتها اليومية في إطار كمية المتبقيات العضوية المتولدة، وبحيث يكون اتساع الشوارع التي تمر بها مناسبة وبما لا يسبب أي مشكلات في المرور.

■ **مرحلة المعالجة والتصرف:** بعد نقل المتبقيات العضوية البلدية والزراعية والصناعية إلى موقع مناسب خارج المنطقة السكنية وبالقرب من مورد مياه، يجري فرزها إلى مكونات قابلة للتحول الأحيائي إلى سلع مفيدة (المكون العضوي والتراب)، ومكونات يمكن إعادة استخدامها مثل الورق والكرتون والبلاستيك والزجاج والمعادن الحديدية وغير الحديدية والعظام،

ويستخدم الجزء الباقي في ردم المستنقعات والبرك المائية والمصارف الزراعية غير المستعملة. وتشير الخبرة إلى أن أفضل معالجة للمتبقيات العضوية تتمثل في التكمير إلى سماد المكمورة، أو التحويل إلى أعلاف للماشية والأغنام، أو توليد الغاز الأحيائي وإنتاج السماد العضوي.

•• الوضع الراهن

تعاني التربة الزراعية في المناطق القاحلة وشبه القاحلة من نقص شديد في محتواها من المادة العضوية، الذي لا يزيد عن ٢٪ في أجود الأراضي المنزرعة، ويقل كثيراً عن ١٪ في الأراضي حديثة الاستصلاح. وقد أفضى ذلك إلى تدهور مساحات شاسعة من الأراضي الزراعية، وتدني مستوى إنتاج كثير من الحاصلات الحقلية والبستانية. ويعزى ذلك إلى شحة الأسمدة العضوية. وعلى سبيل المثال، تقدر الاحتياجات الكلية من الأسمدة العضوية في مصر بنحو ٢١١ مليون متر مكعب سنوياً، في حين لا تتعدى الكميات المتوفرة حالياً ٣٣ مليون متر مكعب سنوياً، وبذلك تصل الفجوة في الاحتياجات من الأسمدة العضوية إلى ١٧٨ مليون متر مكعب سنوياً. وفي نفس الوقت، يتولد في مصر سنوياً كميات ضخمة من المتبقيات العضوية لا تقل عن ٥٠ مليون طن معظمها متبقيات عضوية قابل للتكمير إلى أسمدة عضوية. وتقدر كمية القمامة المتولدة عن المدن الكبرى بنحو ٩,٣ مليون طن سنوياً، وعن المدن الصغيرة والقرى بنحو ٥,٦ مليون طن سنوياً. وتقدر متبقيات الإنتاج الزراعي بنحو ١٦,٥ مليون طن سنويا يستخدم أغلبها في التسميد العضوي والأعلاف الحيوانية، ويتبقى منها نحو ٣,٥ مليون طن سنويا يجري حرقها في العراء. ومن المتصور أن هذا الوضع يتكرر في كثير من الدول العربية.

وعلى الرغم من تنوع مصادر تولد المتبقيات العضوية فإن الجزء الأكبر

منها يتولد عن الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني. وتشير بيانات الجدول رقم (٢٠) إلى معدلات تولد المتبقيات العضوية الحيوانية في مزارع الإنتاج الحيواني، كما تشير بيانات الجدول رقم (٢١) إلى معدلات تولد المتبقيات العضوية النباتية عن الحاصلات الحقلية والبستانية الرئيسة. وبدلالة تلك المعدلات ومعرفة أعداد رؤوس الحيوانات والطيور المرباة ومساحة كل محصول يمكن تقدير كمية المتبقيات العضوية المتوقع تولدها في مكان ما. وبالتالي يمكن تحديد الإمكانيات المطلوبة لتكميرها وكميات سماد المكمورة المتوقع إنتاجها. ويمكن أيضاً من تلك البيانات إعداد دراسة جدوى اقتصادية ووضع سياسة لتسويق المنتج.

جدول رقم (٢٠)

معدلات تولد متبقيات الإنتاج الحيوانى

النوع	الوزن (كيلوجرام)	روث طازج (كيلوجرام/يوم)	رطوبة الروث (٪)	روث جاف (كجم/ رأس / يوم)
أبقار مستوردة	٤٠٠	٢٠	٨٠	٤
أبقار بلدية	٣٠٠	١٢	٨٠	٢,٤
جاموس	٤٠٠	٢٠	٨٠	٤
جمال	٣٠٠	١٢	٧٠	٣,٦
خيول	٣٥٠	٢٠	٧٥	٥
أغنام صغيرة	٢٠	٠,٧٥	٦٨	٠,٠٢٤
أغنام كبيرة	٤٠	١,٥	٦٨	٠,٤٨
ماعز	٢٠	٠,٧٥	٦٨	٠,٢٤
دجاج بياض	٢	٠,٠٩	٦٠	٠,٠٤
دجاج تسمين	١,٥	٠,٠٥	٦٠	٠,٠٢
إنسان	٦٨	١,٤	٨٠	٠,٢٨

وتبذل حالياً جهود صادقة في كافة الدول العربية لتنمية الإنتاج الزراعي تنمية مستدامة، تتضمن بين مفرداتها تحسين مستوى خصوبة التربة وعلاج مشكلات تدهورها، بوضع المنجزات الحديثة في مختلف مجالات التقنيات الأحيائية في العلوم الأحيائية والزراعية في النطاق التطبيقي. ومن المكونات الرئيسة لبرنامج تحسين التربة الزراعية توفير الأسمدة العضوية وتيسير سبل الحصول عليها بسعر مناسب من خلال تحسين إنتاج السماد البلدي والعناية بتحضيره وتخزينه، وتكمير المتبقيات الزراعية العضوية قليلة القيمة التي يصعب بيعها بسعر مجز والمكون العضوي في قمامة المدن والريف إلى سماد المكمورة، والانتفاع بمتبقيات المجازر في أغراض التسميد العضوى، والاستفادة من المتبقيات العضوية في كافة الصناعات بتكمير ما يصلح منها إلى أسمدة عضوية، وتعميم مشروعات الصرف الصحي وتكثيف إنتاج سماد حمأة الصرف الصحي، والعناية بالأسمدة الخضراء ولاسيما في الأراضي الجديدة (حرث المحصول البقولي في التربة عند مرحلة الأزهار).

جدول رقم (٢١)

معدلات تولد متبقيات الإنتاج النباتي

[illegible]	متوسط المتبقيات الرطبة (طن / فدان)	نسبة الرطوبة (٪)	متوسط المتبقيات الجافة هوائيا (طن / فدان)
حطب قطن	١,٨	٩,٥	١,٦
حطب ذرة شامية	٢,١٢	١٠,٤	١,٩
حطب ذرة رفيعة	٢,٠٠	١٠,٤	١,٨
حطب فول الصويا	١,٣	١٠,٤	١,١
حطب عباد الشمس	١,٣	١٠,٠	١,١
حطب السمسم	١,٢	١,٠٠	١,١
حطب الترمس	١,١	١٠,٠	١,٠
قش الأرز	٢,٢	١١,٨	١,٨
عرش فول سوداني	١,٢	١٥,٠	١,٠
عرش بنجر سكر	٤,٤	١٥,٥	٢,٤
عرش طماطم	٤,٢	٢٥,٠	٣,٢
عرش بطاطس	٢,٨	٢٥,٠	٢,١
مصاصة القصب	١٢,٧	١٠,٠	١١,٤
حطب كتان	٢,٧	١٠,٠	٢,٥

•• ماهية الأسمدة العضوية

الأسمدة العضوية هي كل ما يضاف للتربة الزراعية من مواد عضوية تمدها بالدوبال وبالعناصر المغذية الكبرى والصغرى التي تحتاجها النباتات. وهناك عدة طرق لتقسيم الأسمدة العضوية، أكثرها شيوعا هو تقسيمها إلى أسمدة عضوية صناعية، وأسمدة عضوية طبيعية، وأسمدة عضوية خاصة، وأسمدة عضوية عامة.

وتحضر الأسمدة العضوية الصناعية بتصنيع المتبقيات النباتية والحيوانية عن طريق التكمير كما هو الحال في إنتاج سماد المكمورة (الكومبست) من بقايا المحاصيل الزراعية وسماد القمامة وسماد حمأة الصرف الصحي. ويمكن أن تحضر أيضا عن طريق إحداث بعض التغيرات الفيزيائية أو الكيميائية في المتبقيات العضوية كما هو الحال في إنتاج سماد الدم المجفف ومسحوق اللحوم والقرون والحوافز ومسحوق العظام وجوانو الأسماك وسماد الصوف والشعر من متبقيات المجازر والمدابغ.

والأسمدة العضوية الطبيعية تنتج من تربية الماشية والطيور الداجنة مثل السباخ البلدي وسبلة الخيل وزيل الحمام وزرق الدجاج والبط والأوز، ومنها ما يتجمع في الجزر البحرية والكهوف الجبلية التي تأوى أنواعا معينه من الطيور الجارحة مثل سماد جوانو الطيور البرية. ومن الأسمدة العضوية ما يتبقى عن بعض الصناعات الغذائية مثل كسب بذرة القطن ودوار الشمس والكتان ومنها رواسب الماروج والأعشاب البحرية والأسمدة الخضراء.

ولا يعد هذا التقسيم للأسمدة العضوية دقيقا حيث تشوبه بعض التداخلات التي قد لا يسهل حسمها، فالسباخ البلدى مثلاً يعتبر من الأسمدة الطبيعية في حين أنه يخضع عند تحضيره من الروث والبول لنفس عمليات التكمير التي يتعرض لها سماد المكمورة. وكذلك الحال بالنسبة لكسب بذرة القطن الذى يتدرج تحت الأسمدة الطبيعية في حين أنه ينتج صناعياً في معاصر البذور الزيتية.

•• أنواع الأسمدة العضوية

يشيع استخدام عدة أنواع من الأسمدة العضوية في الدول العربية من أهمها السماد البلدي وسماد المكمورة وسماد الدواجن وسماد القمامة

وسماد الغاز الأحيائي وسماد حمأة الصرف الصحي. ولا تعزى فائدة الأسمدة العضوية إلى مجرد أنها تحسن خواص التربة الكيميائية والفيزيائية والأحيائية، بل هي أيضا مخصب أحيائي يعزز التربة بملايين الكائنات الحية الدقيقة النافعة، كما أنها مصدر جيد لعناصر غذاء النبات تنساب ببطء على فترات ممتدة. وتتباين الأسمدة العضوية في قيمتها السمادية طبقاً لمحتواها من العناصر المغذية الكبرى والصغرى كما هو موضح في الجدولين رقمي (٢٢ ، ٢٣).

جدول رقم (٢٢)

القيمة السمادية للأسمدة العضوية شائعة الاستخدام

٪	سماد بلدى	سماد المكمورة	سماد القمامة	زرق الدجاج البياض	حماة المجارى
كربون	٩,١	٣٠,٦	٢٩,٩٧	٤٠,٦٦	٣٣,٤
نيتروجين	٠,٣	٠,٨	١,١٩	٣,٣٠	٣,٨٧
فو٢ أ٥	٠,٤	٠,٣	٠,٥	١,١	٠,١
بو٢ أ	١,٢	١,٠	١,١	٢,٣٠	٠,٢

❖ **ونستعرض فيما يلي أهم الأسمدة العضوية شائعة الاستخدام في الوطن العربي:**

■ **السماد البلدي:** يتكون السماد البلدي من روث وبول حيوانات المزرعة مخلوطاً بمتبقيات نباتية أو تربة عادة ما تفرش تحت أرجل الحيوانات داخل حظائر الإيواء. ويختلف التركيب الكيماوي ومحتوى العناصر السمادية في بول وروث الحيوانات المختلفة حيث يرتبط بعمر الحيوان ونوعية العليقة التي يتغذى عليها. وعادة ما يحتوي روث وبول الحيوانات على نحو ٥٠٪ من المادة العضوية و ٧٥٪ من النيتروجين و٨٠٪ من الفسفور و ٩٠٪ من البوتاسيوم المقدم له في مختلف علائق التغذية.

جدول رقم (٢٣)

محتوى الأسمدة العضوية من العناصر المغذية بالطن

العنصر	سماد ماشية لبن	سماد ماشية لحم	زرق دواجن	سماد أغنام	سماد بلدى
نيتروجين (كجم)	٤,٥٢	٦,٣٥	١١,٣٤	١٢,٧٠	٢,٩
فوسفور (كجم)	٠,٩	١,٨	٠,٥	١,٩	٠,٠٨
بوتاسيوم (كجم)	٣,٦	٤,١	٤,٥	٩,١	٢,١
كبريت (كجم)	٠,٧	٠,٨	١,٤٥	٠,٨	٠,٣
كالسيوم (كجم)	٢,٧	١,١	١,٦٣	٥,٣	٤,٩
ماغنسيوم (كجم)	٠,٩	٠,٩	٢,٧	١,٧	١,٨
حديد (جم)	٤٥	٤٥	١١٠٠	١٤٠	١٤٠
بورون (جم)	٥	١٤	٥	–	–
نحاس (جم)	٥	٥	٥	–	١٠
منجنيز (جم)	١٤	–	–	–	١٩
زنك (جم)	١٨	١٤	٥	٥٥	٧

ويتعرض السماد البلدي لكثير من التغيرات تحت أرجل المواشي في الحظائر وعند تخزينه لحين الحاجة إليه. وتتوقف تلك التغيرات، التي تؤثر في نوعية السماد، على نوع وكمية الفرشة ومدى هشاشتها ومستوى تخلل الهواء بين ثناياها ودرجة اختلاطها بما يفرزه الحيوان من بول وروث وطول فترة تعرضها للتفاعلات الأحيائية بفعل الكائنات الحية الدقيقة.

ويعتبر السماد البلدي من أقدم الأسمدة العضوية التي عرفها الفلاح واستخدمها لتعويض نقص العناصر الغذائية التي تمتصها المحاصيل من التربة (الجدول رقم ٢٤).

جدول رقم (٢٤)
كمية العناصر الغذائية في السماد البلدى وكميات العناصر الغذائية التي تمتصها المحاصيل من التربة سنويا والكميات التي تعوضها من السماد البلدي

العنصر الغذائي	الكمية الممتصة بواسطة المحاصيل سنويا (كجم /فدان)	كمية العنصر في الطن من السماد البلدى	كمية السماد اللازمة لتعويض المزال بواسطة المحاصيل (متر٣)
نيتروجين (كجم)	١٢٧	٢٠٩	٤٣
فوسفور (كجم)	٤٨	٠٠٠٨	٦٠٠
بوتاسيوم (كجم)	١٠٤	٢٠١٠	٤٩
كبريت (كجم)	١٣	٠٠٣٠	٤٣
كالسيوم (كجم)	٣٤	٤٠٩٠	٧
ماغنسيوم (كجم)	١٩	١٠٧٨	١٠
حديد (جم)	٩١١	١٤٠	٦
نحاس (جم)	٦٤	١٠	٦
منجنيز (جم)	٦٤٢	١٩	٣٤
زنك (جم)	٣٨٩	١٧	٥٥

بيد أن السماد البلدي يتعرض للعديد من التغيرات أثناء تحضيره وتخزينه بفعل الكائنات الحية الدقيقة التي ربما تقلل قيمته السمادية. ومن التطبيقات الشائعة في الريف تكويم السماد العضوي في العراء وتركه تحت أشعة الشمس حتى يجف ويفقد عناصره الغذائية (الشكل رقم ٧).

كما درج كثير من المزارعين على استخدام الروث كوقود مما يحرم التربة من مكون أساسي هي في أمس الحاجة إليه. وقد يضاف إلى السماد البلدي بعض المواد التي تحافظ على محتواه من النيتروجين مثل حامض

الكبريتيك أو حامض الفوسفوريك، وقد يخلط أيضا بكبريتات الكالسيوم (الجبس الزراعي) أو سماد سوبر فوسفات الكالسيوم مما يحول الأمونيا به إلى كبريتات الأمونيوم ويحفظها من الضياع.

ويجب على المزارع تكمير السماد البلدي لقتل بذور الحشائش والكائنات الحية الممرضة به مع حفظه رطباً طوال فترة تخزينه لتحسين نوعيته، وعدم فرش التربة الملحية أو نواتج تطهير المصارف تحت أرجل الحيوانات في الحظائر حتى لا تنقل إلى التربة مع السماد البلدي. وحتى يتسنى الحصول على سماد بلدي جيد يجب أن تكون أرضية الحظائر مدكوكة وغير منفذة للسوائل، وتكون كمية الفرشة كافية لامتصاص البول والروث بمعدل متر مكعب من التراب لكل عشرة حيوانات كبيرة بالإضافة إلى خمسة كيلوجرامات من المتبقيات النباتية مثل القش، وإبقاء السماد داخل الحظائر لأطول فترة ممكنة فيما عدا تحت حيوانات اللبن فيفضل نقله يومياً للخارج.

■ **سماد السبلة:** يشيع فرش قش الأرز في إسطبلات تربية الخيول، ولدواعي الرعاية الصحية للحيوانات تجمع الفرشة يومياً بما تمتصه من بول وروث الخيول وتكوم خارج الحظائر. وعند ترك تلك المتبقيات العضوية في العراء دون رعاية يعتريها بعض التحلل اللاهوائي، ولاسيما عند كبسها، مما يجعلها مصدراً للتلوث ولانسياب روائح غير مرغوبة. ويوصي بتكمير تلك الكميات الكبيرة من المتبقيات العضوية إلى سماد مكمورة يستخدم بصفة خاصة في تسميد بساتين الخضر وأشجار الفاكهة.

■ **سماد المكمورة:** يحتل سماد المكمورة المنتج من تكمير المتبقيات العضوية مرتبة متميزة بين الأسمدة العضوية من حيث محتواه من النيتروجين والمادة العضوية بالإضافة إلى أن رائحته مقبولة وهو خال من بذور الحشائش والممرضات النباتية وعادة ما تكون نسبة الأملاح الكلية

الذائبة فيه متدنية. ويراعى في اختيار نوعيات المتبقيات العضوية التي تستخدم في للتكمير أن تكون قليلة القيمة ويصعب بيعها بسعر مجز.

وتحت ظلال نظم الزراعة النظيفة، التي بدأ يشيع استخدام سماد المكمورة في كثير من المزارع. ويلجأ كثير من منتجي سماد المكمورة إلى إثراءه بالكائنات الحية الدقيقة المفيدة لخصب التربة بعد تمام نضجه عن طريق إضافة المخصبات الأحيائية إليه. كما بدأت تظهر في الأسواق مؤخراً مستحضرات أحيائية تحتوي على كثافة مرتفعة من عدة سلالات مختارة من الكائنات الحية الدقيقة على درجة كبيرة من الفاعلية في تحليل المتبقيات العضوية وتكميرها إلى أسمدة عضوية صناعية.

■ **سماد الدواجن:** في مزارع التسمين تستخدم فرشة من التبن أو نشارة الخشب تمتص البول والبراز، وعادة ما تجمع من تحت الطيور كل شهرين وتباع للمستهلكين على هيئة سماد عضوي. ويتميز سماد دواجن التسمين بانخفاض محتواه من الرطوبة وارتفاع محتواه من النيتروجين. وفي حالة الدجاج البياض تخرج الطيور نحو ٦٠٪ من العليقة على هيئة براز يتم تجميعه على سير متحرك كل ٢٤ ساعة خارج عنابر التربية وهو يتسم برائحة كريهة للغاية. وتلجأ بعض المزارع إلى تجفيفه بتيار من الهواء الساخن ثم يجرش ويعبأ ويباع. ويتميز سماد الدواجن البياضة بارتفاع قيمته السمادية مقارنة بباقي الأسمدة العضوية حيث يتعدى محتواه من النيتروجين ٣٪.

■ **سماد القمامة:** تتولد في كافة المدن والقرى يومياً كميات ضخمة من القمامة تسبب واحدة من كبرى مشكلات البيئة. وتتصف القمامة بارتفاع محتواها من المواد العضوية الذي يصل إلى نحو ٧٠٪ من المواد القابلة للتكمير إلى سماد المكمورة. وقد بدأت كثير من الدول في تشييد عدد كبير من مرافق لتكمير المكون العضوي للقمامة وتحويله إلى سماد

مكمورة يلقى سوقاً رائجاً لدى كثير من المزارعين. ومن الأهمية بمكان مراعاة التدقيق في فصل المواد غير العضوية من تيار القمامة مثل المعادن والزجاج والبلاستيك وغيرها قبل عملية التكمير حتى لا تصل إلى حقول الزراعة وتضر بسمعة سماد القمامة. وفي العادة لا يوصى باستخدام سماد القمامة في نظم الزراعة النظيفة.

■ **سماد الغاز الأحيائي:** على الرغم من أن تقانة توليد الغاز الأحيائي من المتبقيات العضوية لم تلق حتى الآن ما تستحقه من انتشار في ربوع الريف العربي، إلا أن الأمل معقود على بذل المزيد من الجهد لتعريف المزارعين بفوائد تلك التقنية. ومن المعروف أنه يتبقى بعد تخمير المواد العضوية وإنتاج الغاز الأحيائي سماد عضوي سائل غني في عناصره الغذائية يمكن تصريفه في الترع إلى حقول الزراعة أو خلطه ببعض المتبقيات الزراعية وتكميره إلى سماد مكمورة عال في قيمته السمادية. ويتكون مخلوط سماد الغاز الاحيائي من جزء سائل وجزء صلب ويتوقف محتواه من المادة العضوية والعناصر المغذية على أنواع المتبقيات العضوية التي استخدمت لتوليد الغاز الاحيائي والظروف السائدة داخل المخمرات وفترة مكث السماد داخل أقبية مولدات الغاز الاحيائي. وقد أكدت نتائج البحوث على تسميد عدد كبير من المحاصيل الزراعية فاعلية سماد الغاز الاحيائي كسماد عضوي جيد. وعلى سبيل المثال أمكن زيادة محصول الحبوب في الذرة الشامية بنحو ٢٠٪، وزيادة محصول الحبوب في القمح بنحو ١٢,٥٪، وزيادة محصول الحبوب في الأرز بنحو ٦٪، كما أدى تسميد كثير من محاصيل الخضر بسماد الغاز الاحيائي إلى تحسن ملموس في الغلة من الناحيتين الكمية والنوعية.

■ **سماد حمأة الصرف الصحي:** يعتبر تصريف سماد حمأة الصرف الصحي من أهم المشكلات البيئية الحاضرة والمستقبلية مع التوسع الكبير في تشييد محطات الصرف الصحي وتعاظم كميات الحمأة التي تتبقى بعد

معالجة مياه الصرف الصحي. وهناك كم من المحاذير يجب الانتباه إليها عند استخدام حمأة الصرف الصحي كسماد عضوي تتحصر في نشر المرضات المعوية وتراكم العناصر الثقيلة في التربة والمياه الغذاء. بيد أن سماد حمأة الصرف الصحي غني جداً في محتواه من المواد العضوية وعناصر غذاء النبات مما جعل الكثير من المزارعين يقبلون على استخدامه بكميات كبيرة ناهيك عن سعره المنخفض مقارنة بالأسمدة العضوية الأخرى. وهناك عدة معايير لاستخدام سماد حمأة الصرف الصحي في الزراعة وضعتها المؤسسات الدولية المعنية مثل منظمة الغذاء والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، كما أن هناك تشريعات محلية في كثير من الدول تتضمن معايير الآمان في إضافة الحمأة إلى البيئة الزراعية. وتوصي تلك المعايير باستخدام سماد حمأة الصرف الصحي في تسميد محاصيل الألياف والأشجار الخشبية والحذر عند استخدامه في تسميد المحاصيل التي تدخل في السلسلة الغذائية مثل الخضر الطازجة والفاكهة. كما توصي أيضاً بعدم استخدام سماد حمأة الصرف الصحي في التسميد العضوي لفترات ممتدة تتعدى خمس وعشرون عاماً.

•• تحضير سماد المكمورة

منذ أمد بعيد مارس المزارعون عمليات التكمير بطرق بدائية بغية تحويل المواد القابلة للتحلل الاحيائي في المتبقيات العضوية إلى مخصبات عضوية ومواد محسنة للتربة يطلق عليها سماد المكمورة. وكان المزارعون يلجأون إلى التكمير درءا لضرر إضافة المتبقيات العضوية إلى التربة بحالتها الخام حيث تسبب نقصا في عناصر غذاء النبات الصالحة لامتصاص المحاصيل النامية.

وعملية التكمير تقنية أحيائية تهدف إلى تقليل حجم المتبقيات

العضوية حيث يعيدها تنوع ضخم من الكائنات الحية الدقيقة إلى سيرتها الأولى على هيئة مركبات وعناصر بسيطة وطاقة. وفي غالب الأمر لا يتم تحلل كامل المواد العضوية، فمنها ما يستعصى تحلله، حتى على فترات ممتدة من الزمن، وتعجز الكائنات الحية الدقيقة بمختلف أنوعها عن الاستفادة منها كمصدر للطاقة أو للعناصر المغذية. وتعرف تلك المواد بالدوبال، وهي تتركب أساساً من حامض الهيوميك وحامض الفلفيك، وكلاهما صعب التحلل ويتبقى في التربة لسنوات عديدة، وهو مادة بنية اللون تميل قليلاً نحو السواد تحسن من خواص التربة الكيميائية والفيزيائية والأحيائية.

وتستند عملية تكمير المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة على توفير وسط هوائي (أو لاهوائي في بعض التقنيات) به نسبة منضبطة من الرطوبة ونسبة ملائمة من العناصر المغذية ولاسيما النيتروجين والفسفور، مع التحكم في رقم الأس الإيدروجيني. ويجب متابعة قياس رقم الأس الإيدروجيني ومحتوى الرطوبة ودرجة حرارة المتبقيات العضوية في المكمورة وضبطها كل حين حتى يتسنى التحكم في عملية التكمير.

وعلى الرغم من أن غالبية المتبقيات الزراعية يسهل تكميرها طالما توفرت الشروط المناسبة للتفاعلات الأحيائية، بيد أن هناك القليل منها قد يصعب تكميره. وفي بعض الأحيان تتسم بعض المتبقيات العضوية بسمات كيميائية أو فيزيائية أو أحيائية تعوق تكميرها، مثل ارتفاع مستوى الحموضة أو القلوية، أو تواجد نسبة واسعة أو ضيقة من محتواها من الكربون إلى النيتروجين وغيرها. وفي مثل تلك الحالات يوصي باستخدام بعض الإضافات التي تعين على عملية التكمير.

ويقارب تأثير التسميد بسماد المكمورة فعل إضافة المواد الدوبالية الطبيعية من حيث تحسين مستوى خصوبة التربة لأنه يعززها بالعناصر

الغذائية ويحسن من صفاتها الفيزيائية والكيميائية وينشط الكائنات الحية القاطنة بين ثناياها. ومؤخراً منعت كثير من الدول طمر المتبقيات العضوية المكمورة في حفر الردم الصحي، وطالبت بضرورة تدويرها داخل النظم البيئية الزراعية.

•• طرق تكمير المتبقيات العضوية

عادة ما يجرى تكمير المتبقيات العضوية إما هوائياً في وجود الأكسجين أو لا هوائياً في غيابه (الشكل رقم ٨).

ويتوقف اختيار أي من التقنيتين على عدة عوامل منها حجم المتبقيات العضوية المزمع تكميرها ونوعية المواد المكونة لها ونتائج دراسات الجدوى الاقتصادية والبيئية. ويتضمن التكمير الهوائي الطرق التي تسمح بنفاذ الأكسجين داخل كتلة المتبقيات العضوية أثناء تحللها، في حين أن التكمير اللاهوائى يبدأ بعد استهلاك كل الأكسجين الموجود داخل كتلة المتبقيات العضوية المكمورة بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الهوائية. ويمكن تكمير كافة المتبقيات العضوية هوائياً أو لاهوائياً. وفي داخل أكوام التكمير، عادة ما يتواجد كلا النوعين من التكمير اللاهوائي والهوائي مع غلبة أحداهما على الأخر. ففي عمق الكومة يغيب الأكسجين ويكون التكمير هوائيا، وعلى أسطحها الخارجية يكون التكمير هوائياً حيث يسهل تسلل الأكسجين بين ثناياها من الهواء الجوي المحيط.

وعلى الرغم من تشابه شكل سماد المكمورة الناتج من التكمير الهوائي مع ذلك التكمير اللا هوائي، فإن طبيعة المواد الوسيطة تتباين في كلتا الحالتين. وعملية التكمير الهوائي أكثر نشاطاً وبالتالي أسرع من عملية التكمير اللاهوائي، وتتولد الحرارة فيها في مدى بين ٤٥-٦٥ درجة مئوية، وقد تصل إلى ٧٠ درجة مئوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة المحبة

للحـرارة. في حين تتـراوح درجـة الحـرارة في أكوام التكميـر اللاهوائي بين ٢٨-٤٥ درجة مئوية وقد تصل في بعض الأحيان إلى ٣٨-٥٥ درجة مئوية . ويؤثر ذلك بالتأكيد على معدلات قتل الكائنات الحية الدقيقة الممرضة أثناء عمليـة التكميـر. ويكون ثاني كسيـد الكربون هو المنتج الرئيس في التكميـر الهوائي في حين ينساب الميثان مع كميات قليلة من ثاني أكسيد الكربون من التكميـر اللاهوائي. وعـادة مـا ينسـاب من التكميـر اللاهوائي غـازات كريهة الرائحة من تحلل المركبات العضوية التي تحتوي على الكبريت تحت ظروف لاهوائية.

وتجري عمليـة التكميـر إمـا على نطاق صـغيـر على هيئـة مصفوفات هوائيـة، وإمـا على نطاق كبيـر في مـرافق للتكميـر تتبـاين بدرجـة كبيـرة من حيث مستوى التقنيات المطبقة بها .

■ **مرافق التكميـر الكبيـرة:** عند توفـر كميـات ضخمـة من المتبـقيـات العضوية، قد يتطلب الأمر تشييد مرافق آلية للتكمير (الشكل رقم ٩)، حتى يتسنى التكمير بطريقة مجدية تعود على المزارعين والبيئة بالخير. ويراعى في تصـميم مـرافق تكميـر النفـايات العضـوية حسن اختيـار الموقع ومناطق التخزين وأسلوب التحكم في الجريان السطحي للمياه ومدى انجراف التربة وطبـيـعـة الـرواسب وطريقـة تجـمـيع ومـعـالجـة السوائل الراشحـة ومعـاييـر الأمان.

وطالما أن سرعة تحلل المتبقيـات الزراعية أثناء عمليـة التكمير تتوقف على مسـاحـة الأسطح المعرضـة منهـا لمهاجمة الكائنات الحيـة الدقيـقة، فإن سرعـة وكفـاءة عمليـة التحلل تزداد بدرجة كبيرة مع تقطيع المتبقيـات الخام إلى قطع صـغيـرة ممـا يزيد من نسـبـة الأسطح المعرضـة منهـا إلى الحـجم الكلى للمتبقيات المكمورة ولاسيما في المراحل الأولى من المعالجة والتكمير. وفي الوقت الراهن يشيـع في مـرافق التكمـيـر الكبـيـرة استـخـدام معـدات

حديثة تنقص حجم المتبقيات العضوية، وتفصل منها المتبقيات كبيرة الحجم، وتحولها إلى حبيبات يتراوح قطرها بين ٥٠ - ٧٥ ملليمتر قبل تكميرها. كما يمكن بسهولة في مرافق التكمير فصل المواد غير العضوية، التي قد تكون في مخلوط المتبقيات العضوية وإعادة استخدامها، مما يهيئ الوسط لحسن تكمير المتبقيات العضوية. كما تزود ومرافق التكمير الكبيرة بمعدات آلية تسهل عملية التكمير ويمكن من خلالها توفير أفضل الظروف لنشاط الكائنات الحية الدقيقة.

■ **طريقة المصفوفات الهوائية:** يعتبر تكمير المتبقيات الزراعية في مصفوفات هوائية من أحسن طرق التكمير وأبسطها التي تصلح في المناطق الريفية. ومن أفضل الطرق حالياً نظام المصفوفات الهوائية الثابتة التي تهوى بطريقة صناعية والتي يجري بها تحلل هوائي حرارى للمتبقيات العضوية بواسطة خليط من الكائنات الحية الدقيقة المقيمة تحت ظروف محكمة وينتج مواد عضوية ثابتة جزئياً تحلل ببطء شديد عندما تتوفر الظروف المناسبة لنشاط الكائنات الحية الدقيقة.

وعند تكمير المتبقيات العضوية بطريقة المصفوفات الهوائية ترتب الأكوام في صفوف متوازية في اتجاه متعامد مع الرياح، وتجمع إما يدوياً بواسطة العمال أو ميكانيكيا بواسطة الجواريف الآلية، وترص كل كومة على هيئة شكل شبه منحرف أو مثلث (الشكل رقم ١٠).

ويجب ترك مسافة لا تقل عن مترين بين كل مصفوفة والتي تليها لتسهيل تحريك مخلوط المتبقيات العضوية أثناء المعالجة. وينصح بتغطية الأسطح المعرضة من المتبقيات العضوية المكمورة في الأكوام بطبقة من التربة أو السماد العضوي الناضج لا يقل سمكها عن ١٠ سنتيمتر كوسيلة لمنع تجمع الذباب وانتشار الحشرات التي عادة ما تنجذب نحو المتبقيات العضوية المكمورة.

- **ويجرى بناء كومة سماد المكمورة في مصفوفات على النحو التالي:**

- تختار مساحة من الأرض بجوار مصدر للمياه، ويمكن استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة، مع تجنب المناطق المنخفضة تجنبا للرشح.
- تحدد مساحة الكومة بمعدل ٣ متر مربع لكل طن من المتبقيات الزراعية، وتدك جيدا أو تفرش بمشمع من البلاستيك للحد من رشح السوائل إلى التربة (الشكل رقم ١١).
- يستخدم منشط كيماوي يختلف تركيبه باختلاف نوعية المتبقيات الزراعية (الشكل رقم ١٢)، بيد أنه بصفة عامة يتركب من ٤٠ كيلوجرام من كبريتات أمونيوم، و١٠ كيلوجرام من سوبر فوسفات الكالسيوم، و٥٠ كيلوجرام من بودرة البلاط (كربونات كالسيوم)، و١٠٠ كيلوجرام من التراب أو السماد العضوه لكل طن من المتبقيات الزراعية (الجدول رقم ٢٥) ويمكن أن تستخدم مياه وحمأة وكسح الصرف الصحي وبعض الأسمدة العضوية ورماد الفرن بمعدل ٢٥ كيلوجرام للطن.
- يفرش في قاع الكومة طبقة من السماد البلدي المتحلل أو حمأة الصرف الصحي بارتفاع ٣ - ٥ سم وتندى بالمياه كلما تيسر ذلك.
- ترص المتبقيات الزراعية بارتفاع ٥٠ سم وترطب بالمياه ويرش فوقها ربع المنشط الكيماوي وتدك بالأقدام جيداً، ثم ينثر فوقها طبقة من التراب وترش بالمياه. ومن الموصى به وضع مواسير من البلاستيك قطر بوصة، أو جذوع أشجار بين طبقات الكومة، على أن تزال بعد تمام بنائها مما يساعد على التهوية (الشكل رقم ١٣).
- يتم موالاة بناء ثلاث طبقات أخرى بنفس الطريقة حتى اكتمال بناء الطبقة الرابعة ثم تغطى الكومة بطبقة من التراب أو السماد العضوي المتحلل بسمك ٥ - ٧ سم، وتدك الكومة حتى يصير ارتفاعها نحو المتر.

جدول رقم (٢٥):

مكونات المنشط الكيماوي

لتكمير بعض المتبقيات الزراعية

نوعية متبقيات الإنتاج الزراعي	مكونات المنشط الكيماوي (كيلوجرام لكل طن)
متبقيات المحاصيل البقولية مثل البرسيم والحلبة والفول السوداني	٢٠ كبريتات أمونيوم ١٠ سوبر فوسفات الكالسيوم ٥٠ كربونات كالسيوم ١٠٠ تراب
عروش محاصيل الخضر وأوراق الأشجار الغضة والحشائش الخضراء	٣٠ كبريتات أمونيوم ١٠ سوبر فوسفات الكالسيوم ٥٠ كربونات كالسيوم ١٠٠ تراب
قش الأرز وتبن القمح والشعير وحطب الذرة وسوق وأوراق الموز وقلف وجريد النخيل ونشارة الخشب ومصاصة القصب	٤٠ كبريتات أمونيوم ١٠ سوبر فوسفات الكالسيوم ٥٠ كربونات كالسيوم ١٠٠ تراب
حطب القطن ومتبقيات تقليم الأشجار	٥٠ كبريتات أمونيوم ١٠ سوبر فوسفات الكالسيوم ٥٠ كربونات كالسيوم ١٠٠ تراب

- يداوم رش الكومة بالمياه بحيث إذا أخذت قبضة منها على عمق ٢٠ سم من مواقع متعددة وضغطت جيداً ترطب اليد ولا تتساقط منها المياه (الشكل رقم ١٤) .
- ترتفع درجة حرارة الكومة خلال ٧ - ١٠ أيام حتى حوالي ٧٧ درجة مئوية ثم توالي الانخفاض التدريجي بعد ذلك حتى تمام النضج (الشكل رقم ١٥).

- تجرى متابعة عملية التكمير لمدة ٢-٣ شهور بتعويض الفقد في المياه كل حين بالرش بمياه الترعة أو مياه الصرف الصحي (نحتاج في العادة إلى نحو ٦٠ -٧٥ صفيحة من المياه أثناء بناء الكومة)، ومثلها تقريباً كل أسبوع طبقاً للأحوال المناخية.

•• مراحل عملية التكمير

يمر تكمير المتبقيات الزراعية إلى سماد المكمورة في ثلاث مراحل رئيسة، تتسم المرحلة الأولى بدرجة حرارة متوسطة، وترتفع الحرارة في المرحلة الثانية، ثم تنخفض في مرحلة النضج. ويشبه الناتج النهائي من التكمير الدوبال الذي يتكون بصفة طبيعية في التربة من جراء تحلل المواد العضوية.

ومن المعروف أن المتبقيات العضوية تختلف في تركيبها حسب مصدرها وعمرها، بيد أنها جميعا تحتوي بنسب مختلفة، على سكريات ونشا وسيليلوز وهيميسيليولوز وبكتين ولجنين وأحماض أمينية وبروتينات ومركبات نيتروجينية غير عضوية. وتعتبر السكريات والنشا والبكتين والأحماض الأمينية والبروتينات والمركبات النيتروجينية غير العضوية مركبات سهلة التحلل، في حين يعتبر السيليلوز الهيمسيلولوز والهيميسيليولوز واللجنين من المواد الأصعب تحللاً. وعادة ما يتواجد الهيمسيلولوز في المتبقيات العضوية الغنية في اللجنين. ويتم تحليل السيليلوز والهيمسيلولوز في مرحلة ثانية، في حين يكون تحلل اللجنين صعباً ويبقى جزء كبير منه في سماد المكمورة على هيئة بوليمرات ثابتة

ويتحكم التركيب النسبي للمتبقيات العضوية المكمورة في نوعية عشائر الكائنات الحية الدقيقة التي تتولى عملية التكمير وتحدد سرعتها. وكثير من الكائنات الحية الدقيقة لا ينشط إلا في وجود مواد معينة في تركيب

المتبقيات العضوية. ويبدأ التكمير بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تفضل النمو عند درجات حرارة عالية، وأغلبها من البكتيريا التي تبدأ باستهلاك المواد سهلة التحلل مثل السكريات والنشا والأحماض الأمينية والبروتينات والمركبات النيتروجينية غير العضوية. وتكون كمية الحرارة المتولدة من تلك التفاعلات الأحيائية كبيرة خلال تلك المرحلة. ويكون وسط التفاعل مائلاً قليلاً نحو الحموضة حيث يكون رقم الأس الإيدروجيني حول ٥ . وفي المرحلة الثانية من التكمير يبقى في المتبقيات العضوية السيليلوز الهيمسيلولوز ومركباتهما مع اللجنين (اللجنوسيلولوز) بعد اختفاء المواد سهلة التحلل. وفي تلك المرحلة تبدأ الفطريات المحللة للسيلولوز ومن أهمها التريكودرما في مهاجمة تلك المجموعة من المركبات الأكثر مقاومة للتحلل. وعادة ما تتولى الأكتينوميسيتات المحبة للحرارة الدور الرئيس في تحليل اللجنين والسيلولوز الهيمسيلولوز واللجنوسيلولوز.

وتتكون أثناء تكمير المتبقيات الزراعية بعض المواد القاتلة للكائنات الحية الدقيقة الممرضة، مثل المضادات الأحيائية. ويجب أن يكون مستوى الحموضة داخل المواد المكمورة متعادلاً أو مائلاً إلى القلوية حتى يتيسر تتابع سلسلة تفاعلات التحلل الأحيائية التي يصاحبها ارتفاع في درجة الحرارة تسرع من عملية التكمير وتقتل الكائنات الحية الدقيقة المرضية وبذور الحشائش.

وتكتمل عملية التكمير بانخفاض نسبة الكربون إلى النيتروجين حتى حوالي ٢٠ : ١ وزيادة نسبة اللجنين على حساب اختفاء السيليلوز والهميسليلوز وارتفاع نسبة البروتين والرماد. وخلال عملية التكمير يتم أكسدة قرابة نصف الكربون العضوي في المتبقيات الزراعية إلى ثاني أكسيد كربون، ولذلك يوصي بزراعة الأشجار والنباتات حول مواقع التكمير لامتصاص ثاني أكسيد الكربون .

•• العوامل المؤثرة على التكمير

تتوقف كفاءة تكمير المتبقيات العضوية إلى سماد مكمورة على عدة عوامل يحب التحكم فيها جيداً حتى يتسنى توفير الوسط المناسب لنشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بعملية التكمير، ومن أهم تلك العوامل:

■ **نسبة الكربون إلى النيتروجين:** تتوقف سرعة تحلل المتبقيات العضوية أثناء تكميرها على توفر نسبة مناسبة من الكربون إلى النيتروجين بها. وتسرى عملية التكمير بسرعة مقبولة عندما تتراوح نسبة الكربون إلى النيتروجين بين ٣٥-١٥ : ١، بمتوسط ٢٠ : ١ . وكثير من المتبقيات العضوية يكون غنياً في محتواه من الكربون العضوي وفقيرا في محتواه من النيتروجين، وعلى سبيل المثال قد تصل نسبة الكربون إلى النيتروجين حتى ١٠٠ : ١ في الورق ونشارة الخشب وقلف الأشجار. ويتحتم تضيق نسبة الكربون إلى النيتروجين في تلك النوعية من المتبقيات العضوية، حتى لا تتسم ببطىء شديد في معدل تحلل المواد الكربونية خلال التكمير. ويوصي بخلط تلك المتبقيات العضوية بمواد غنية في النيتروجين العضوي أو غير العضوي مثل الحشائش الخضراء وحمأة الصرف الصحي وروث البهائم وزرق الطيور بهدف تنشيط عملية التكمير. كما يمكن تعزيز تلك النوعية من المتبقيات العضوية بأملاح نيتروجين معدنية يتم تحويلها إلى مركبات عضوية أثناء التكمير.

وأثناء عملية التكمير تضيق نسبة الكربون إلى النيتروجين بصورة طبيعية في المتبقيات العضوية من جراء نشاط الكائنات الحية الدقيقة التي تستهلك المركبات الكربونية كمصدر للكربون وتؤكسدها إلى ثاني أكسيد كربون في التكمير الهوائي وإلى ميثان وأحماض عضوية في حالة التكمير اللا هوائي. ويفقد النيتروجين أثناء عملية التكمير على هيئة نشادر، بيد أن الفقد في الكربون يفوق الفقد في النيتروجين، كما أن هناك بعض الكائنات

الحية الدقيقة التي تنمو في أكوام التكمير تثبت نيتروجين الهواء الجوي مما يثري محتوى المتبقيات العضوية المكمورة من النيتروجين، وتكون النتيجة تضيق نسبة الكربون إلى النيتروجين في المتبقيات العضوية المكمورة. وخلال عملية التكمير يتعاقب نمو مجموعات متباينة من الكائنات الحية الدقيقة داخل الكومة وتموت بعد حين مما يضيف المزيد من النيتروجين العضوي إلى المتبقيات المكمورة ويعين على تضيق نسبة الكربون إلى النيتروجين. ويجب أن تظل نسبة الكربون إلى النيتروجين ثابتة في سماد المكمورة أثناء استخدامه في التسميد العضوي حتى لا يؤثر ذلك سلبا على مستوى صلاحية عناصر غذاء النباتات.

■ **محتوى الرطوبة:** تجرى عملية التكمير بطريقة مثالية عندما تتراوح نسبة الرطوبة في المتبقيات العضوية المكمورة بين ٤٠ - ٦٠ ٪ بالوزن. وعندما تقل نسبة الرطوبة عن ٤٠٪ يقل معدل التحلل الهوائي للمتبقيات، وعندما تزيد نسبة الرطوبة عن ٦٠٪ يقل الأكسجين داخل المكمورة وتسود عملية التحليل اللاهوائي.

■ **درجة الحرارة:** مع تطور عملية التكمير تحت ظروف مناسبة ترتفع درجة حرارة الأكوام بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة، وتصل درجة الحرارة بين ٢٠-٤٠ درجة مئوية وتواصل ارتفاع في مرحلة تالية حتى ٥٥ - ٧٠ درجة مئوية قبل أن تهبط تدريجياً مع نضج إلى درجة حرارة الجو المحيط.

■ **رقم الأس الإيدروجيني:** يتباين أفضل رقم أس إيدروجينى لعملية التكمير حسب نوع المتبقيات العضوية المكمورة، بيد أنه بصفة عامة يتراوح بين ٥ - ٩ . ويجب أن يكون الوسط داخل المواد المكمورة متعادلا أو مائلا إلى القلوية حتى يتيسر تتابع سلسلة تفاعلات التحلل الأحيائية التي يصاحبها ارتفاع في درجة الحرارة يسرع من عملية التكمير ويقتل الكائنات

الحية الدقيقة المرضية. وقد أظهرت الممارسات الميدانية أن رقم الأس الهيدروجيني يبدأ في الانخفاض التدريجي من نقطة التعادل في بداية عملية التكمير حتى ٤-٥ من جراء تراكم الأحماض العضوية أثناء المراحل الأولى لتحلل المتبقيات العضوية. ولا يلبث أن يرتفع مرة حتى ٨,٥ نتيجة لاستهلاك الأحماض العضوية خلال المرحلة الثانية من التكمير، التي تتصف بارتفاع درجة الحرارة.

■ **مستوى التهوية:** من المعروف أن الأكسجين ضروري لإسراع عملية التكمير، وهو يستمد من الهواء الجوى بواسطة الانتشار الطبيعي. ومن الطرق المعروفة لتشجيع ودفع النشاط الأحيائي في المتبقيات الزراعية المكمورة تقليبها ورفع الأجزاء السفلية منها إلى أعلى، وتكسير وتفكيك الكتل المتجمعة بها، بما يسمح بمرور الهواء داخل كومة التكمير ويقلل من البخر ومن فقد حرارة المتبقيات الزراعية المكمورة. ومن الشائع وضع مواسير من البلاستيك بقطر بوصة، أو عيدان من النباتات أو جذوع الأشجار على مسافات متساوية بين مختلف طبقات الكومة. وتنزع تلك المواسير عند اكتمال بناء الأكوام تاركة مكانها أنابيب للتهوية. وأثناء عملية التكمير يفضل أن يتم التقليب في المراحل المبكرة من التكمير بقلب الأسطح الخارجية للمتبقيات الزراعية إلى الداخل، وقلب أسطحها الداخلية إلى الخارج بما يسمح بقتل بويضات ويرقات الذباب والحشرات بفعل درجات الحرارة العالية داخل الكومة.

ومع نقص التهوية من جراء زيادة رطوبة الكومة أو زيادة كبس المتبقيات العضوية، تسود ظروف لا هوائية تؤدى إلى بطأ عملية التحلل، وطول فترة التكمير، وانبعاث روائح كريهة، وتراكم الأحماض العضوية والغازات الطيارة التي قد يشتعل بعضها عند تعرضه للهواء الجوي مثل الفوسفين. ويؤدي ذلك أيضاً إلى عدم ارتفاع درجة حرارة الكومة حتى مستوى يكفل قتل الكائنات الحية الدقيقة المرضية والتخلص من بذور الحشائش. وتحت

ظروف نقص الهواء يفقد كثير من المواد العضوية الهامة مثل الدهون والسكريات والهميسليلوز، ناهيك عن تدني القيمة السمادية للمنتج الذي قد يكون له بعض الآثار الجانبية الضارة على النباتات .

وفي أغلب الأحيان، يؤدي تكويم المتبقيات العضوية فوق بعضها إلى توليد ضغط على الطبقات السفلية من الكومة، تتسبب في إعاقة التهوية والإقلال من درجة نفاذ المياه. ويستلزم الأمر تفكيك الكتل المتراكمة من المتبقيات العضوية بصفة دورية لإعادة التهوية وزيادة معدل نفاذ المياه. ويزيد التقليب والتفكيك من احتكاك الأسطح العلوية المتحللة من المتبقيات العضوية مع بعضها البعض، ويؤدي إلى إزالة المواد المتحللة من هذه الأسطح وتعريض أسطح جديدة من المواد العضوية الأقل تحللاً لفعل الكائنات الحية الدقيقة، مما يزيد من سرعة تحللها .

وقد يؤدي وجود بعض الفراغ داخل المتبقيات العضوية إلى تجمع وتكاثر الحشرات والحيوانات والقوارض، إلى جانب انبعاث بعض الروائح الكريهة من الأكوام أثناء تقليبها لإعادة تهويتها . ويتوقف تكرار تقليب المتبقيات العضوية المتحللة على صفاتها، ومكوناتها، والظروف المحيطة بعملية التكمير. ويفضل أن يتم التقليب في المراحل المبكرة من التكمير بقلب الأسطح الخارجية للمتبقيات العضوية الصلبة إلى الداخل، وقلب أسطحها الداخلية إلى الخارج، بما يكفل قتل بويضات ويرقات الذباب والحشرات بفعل درجات الحرارة العالية داخل الكومة. ولا يمكن الجزم بأن جميع المتبقيات العضوية الخام تتعرض للتحلل الكامل، ولدرجات الحرارة العالية أثناء التكمير، بما يؤكد إبادة كافة الكائنات الحية الدقيقة المرضية بها، وتوافر الشروط الصحية بالمنتج.

وعادة ما يبلغ نشاط الكائنات الحية الدقيقة المحبة لدرجة الحرارة العالية ذروته، داخل المتبقيات العضوية المكمورة، عندما يتعدى ضغط

الأكسجين ١٤ ٪ من الحجم الكلى للهواء المضغوط، أي ما يعادل ثلث حجم أكسوجين الهواء الجوي الذي يستهلك أثناء عملية التكمير. ويجب ألا يقل حجم الأكسجين عن ١٠ ٪ باستمرار، حيث إن الأكسجين يستهلك ويستبدل بحجم مساو له من ثاني أكسيد الكربون. وتحتاج عملية تكمير المتبقيات العضوية إلى إمداد مستمر من الأكسجين لضمان حدوث التحلل الهوائي للمتبقيات، ويجب مراعاة أن الكتلة المكمورة تحتوي دوماً ما لا يقل عن ٣٠٪ مسام ممتلئة بالهواء.

■ **القـــوام:** يؤدي طحن وتقشير وتجنيس وخلط المتبقيات العضوية قبل تكميرها إلى الإسراع من عملية التكمير، حيث أنه أن تلك المعاملات تزيد من السطح المعرض لفعل الكائنات الحية الدقيقة، مع مراعاة أن الطحن الزائد يفضي إلى سيادة التحلل اللاهوائي للمتبقيات العضوية المكمورة .

●● التحكم في الروائح المنبعثة من المكمورة

يشترط في سماد المكمورة الناضج عدم انبعاث روائح كريهة منه عند ترطيبه إلى نحو ٦٠ – ٧٠ ٪ من السعة التشبعية له داخل وعاء مغلق لمدة ساعة. ويظهر هذا الاختبار السريع والبسيط مدى احتواء سماد المكمورة على مواد عضوية غير متحللة. ومن المعروف أن الهواء المدفوع أو المسحوب خلال أكوام التكمير يلتقط الروائح الكريهة معه، من بعض البؤر الصغيرة داخل الأكوام التي تكون بها الظروف لا هوائية، والتي يجب العمل على التخلص منها للتقليل من مشكلات ومضايقات الروائح الكريهة. ومن جهة أخرى فإن بعض أنواع الكائنات الحية الدقيقة في التربة يمكنها الاستفادة من الغازات كريهة الرائحة كمصدر لطاقتها عندما تتوافر لها ظروف كافية من التهوية. ويؤدي تغطية أكوام المكمورة الخام بطبقة من المواد العضوية المتحللة إلى الحد من انسياب وتصاعد الغازات والروائح الكريهة، ومنعها

من الانتشار في الجو المحيط، كما أنها تعمل في الوقت نفسه كعازل جيد للأكوام عن الجو المحيط، مما يحفظ درجة حرارة الكومة ونسبة الرطوبة المناسبة بها، ويضمن ارتفاع درجة الحرارة بداخلها. ويمكن تهوية الأكوام بواسطة أنابيب رأسية بقطر ٤٠ سم تدفن في طبقة الحصى على ارتفاع ٤٠ - ٧٠ سنتيمتر من قاع الكومة، مما يساعد أيضاً على عدم انبعاث الروائح الكريهة، وعلى الحفاظ على نسبة مناسبة من الرطوبة بالكومة.

•• المواصفات العامة لسماد المكمورة

تقدر قيمة سماد المكمورة طبقاً لمحتواه من المادة العضوية، فضلاً عن نسبة الرطوبة ومحتواه من العناصر الغذائية، ومحتواه من العناصر الثقيلة (الجدول رقم ٢٦)، التي يلزم معرفتها في بعض الأحيان. وقد يتطلب الأمر إجراء بعض القياسات المعملية للتأكد من درجة أمان استخدام السماد في تسميد النباتات خاصة الشتلات.

ويجب أن يكون سماد المكمورة ذي قوام جيد مفكك مماثل لقوام التربة الخصبة المنتجة، وله رائحة مماثلة لرائحة التربة الزراعية المروية حديثا، والتي تعزى إلى رائحة مجموعة من كائنات التربة الدقيقة تعرف بالأكتينوميسيتات عادة تسود في المراحل النهائية لنضج سماد المكمورة.

ويتفوق سماد المكمورة المنتج من تكمير المتبقيات العضوية الزراعية والبلدية في قيمته السمادية عن كثير من الأسمدة العضوية المحلية من حيث محتواه من النيتروجين والمادة العضوية بالإضافة إلى أن رائحته مقبولة وخال من بذور الحشائش والممرضات النباتية ونسبة الأملاح الكلية الذائبة فيه متدنية.

ومن المرغوب إجراء تحليلات بكتيريولوجية على سماد المكمورة، ولاسيما في حالة استخدام مياه الصرف الصحي في تحضيره، تستخدم فيها الطرق القياسية المستخدمة في الكشف عن التلوث بمياه المجاري. وقد

أكدت التحليلات البكتريولوجية احتواء أغلب المتبقيات العضوية على مجموعة البكتريا المعوية البرازية، التي تستخدم كدليل لوجود الكائنات الحية الدقيقة المعوية الممرضة مثل التيفود والكوليرا والدوسنطاريا.

وقد أظهرت متابعة قدرة البكتيريا المرضية على الحياة أثناء عملية التكمير، غير أن أعدادها تتدنى بصفة مستمرة مع ارتفاع درجة حرارة أكوام التكمير، حتى تختفي تماماً في سماد المكمورة الناضج. وقد تبين أن استمرار تكمير المتبقيات الزراعية على درجات حرارة أعلى من ٥٥ درجة مئوية لعدة أسابيع، أو لفترة أقل مع درجات حرارة أعلى من ذلك، يؤدي بالتأكيد إلى قتل جميع الكائنات الحية الدقيقة المرضية، بشرط تعرض جميع أجزاء الكومة لتلك الفترة من درجات الحرارة المرتفعة. ويمكن ضمان ذلك عن طريق التقليب المتعدد لمكونات الكومة، لضمان تجانسها، أو فرش طبقات عازلة من المواد العضوية المتحللة على أسطحها لضمان ارتفاع درجات الحرارة بداخلها للدرجة الكافية، أو استخدام تهوية مدفوعة داخل أكوام التكمير لفترة كافية، حتى نضج المكمورة.

جدول رقم (٣٦)

الصفات العامة لسماد المكمورة المجهز للتسويق

الصفـــة	الحدود المتعارف عليها
الرطوبة (جرام / ١٠٠ جرام)	٣٠-٥٠
المادة الخام الجافة (جرام/١٠٠ جرام)	٣٠-٧٠
المادة العضوية (جرام / ١٠٠ جرام)	١٠-٣٠
الأس الإيدروجينى(١:١٠ ماء مقطر)	٦-٩
الحد الأقصى لقطر الحبيبات (ملليمتر)	٢-١٠
العناصر الكبرى (جرام/١٠٠ جرام وزن جاف)	
النيتروجين	٠,١-١,٨
الفوسفور (فو٢أ٥)	٠,١-١,٧
البوتاسيوم (بو٢أ)	٠,١-٢,٣
الكبريت	٠,٥-٣
القلوية (معبرا عنها كا أ)	٠,١- ٢٠
الأملاح الكلية	٠,٥- ٢
العناصر الصغرى (ملليجرام/كيلو جرام وزن جاف)	
الكادميوم	١٥ - ٤٠
النحاس	٩٠ - ٢٦٠
الحديد	٨٠٠٠ - ١٥٠٠٠
الرصاص	٢٠٠ -٤٠٠

وقد أظهرت نتائج تجارب تكمير المتبقيات العضوية إلى سماد المكمورة إن استخدام مياه وحمأة وكسح الصرف الصحي المعالجة في التكمير يحقق نتائج أفضل من حيث محتوى السماد المنتج من العناصر السمادية، فضلا عن إتاحة الفرصة للتصرف الآمن في مياه الصرف الصحي ولاسيما في القرى حيث لا تتوفر مرافق تجميع ومعالجة الصرف الصحي · وتشير

النتائج إلى ارتفاع نسبة المادة العضوية والنيتروجين الكلي في سماد المكمورة المنتج من التكمير باستخدام مياه الصرف الصحي المعالجة، بالإضافة إلى ارتفاع نسبة كل من الفوسفور الكلى والبوتاسيوم الكلي مقارنة بالسماد المنتج باستخدام المنشط الكيماوي.

•• التأثيرات البيئية المعاكسة لسماد المكمورة

أجريت عدة دراسات لتقييم الأثر البيئي لاستخدام سماد المكمورة في التسميد العضوي، وتبين أنه هناك بعض التأثيرات التي نوجزها فيما يلي:

■ **نوعية المياه والهواء:** منذ فترة طويلة كان فقد النترات من الأسمدة يعتبر من المشكلات التي يعاني منها الفلاحين، فمن المعروف أن أملاح النترات سهلة الذوبان في الماء وبالتالي سريعة الحركة في القطاع الأرضي ويمكنها إلى تتحرك لأسفل حتى تصل إلى مياه الخزانات الجوفية وتتحرك عرضيا حتى موارد المياه السطحية. وعادة ما يكون غسيل النترات أشد وطأة في التربة الرملية عنها في التربة ثقيلة القوام. وتعتبر أملاح النترات من أهم الأملاح التي تشوب مياه الآبار التي تستخدم في أغراض الشرب، والتي يجب ألا يزيد محتواها عن ١٠ ملليجرام/اللتر. وتؤدي المياه الغنية بالنترات إلى إثراء مياه البحيرات والمحيطات ومصبات الأنهار، ومن هنا كان التوجس من إضافة المواد النيتروجينية بصورة مفرطة إلى التربة من خلال عمليات التسميد العضوي بسماد المكمورة. وأثناء عملية التكمير تتحول أملاح النترات المعدنية الموجودة في المتبقيات العضوية الجاري تكميرها إلى صورة مركبات نيتروجينية عضوية تنساب ببطء بعد ذلك في التربة بفعل التحلل بالكائنات الحية الدقيقة، مما يقلل لحد ما من التأثير المعاكس للنترات على البيئة.

كما قد تتواجد بعض السموم الداخلية للبكتيريا والفطريات والأكتينوميسيتات في سماد المكمورة، وقد تستنشق على هيئة غبار أثناء عملية إثارة سماد المكمورة وتقليبه مما يؤدي إلى أضرار صحية جسيمة في الجهاز التنفسي مثل الالتهاب الرئوي المزمن.

والتحكم في الروائح غير المرغوبة من القضايا الهامة في التكمير، وخلال عملية التكمير تختفي الروائح غير المرغوبة التي يمكن تحملها من الناحية البيئية ويتحدد من خلالها مواقع التكمير ومدى بعدها عن المساكن. ومن أهم المركبات التي تسبب الروائح غير المرغوبة مركبات الكبريت والنيتروجين والأحماض الدهنية والأمينات والتربينات والمركبات الحلقية.

- **التربة والمحاصيل:** يتسبب سماد المكمورة ذو النسبة الواسعة من الكربون إلى النيتروجين في حفز التنافس بين الكائنات الحية الدقيقة في التربة والنباتات على العناصر الغذائية لصالح المجموعة الأولى. ويمكن أن يحل إضافة الأسمدة النيتروجينية مع سماد المكمورة تلك المشكلة لدرجة ما. وقد يؤثر سماد المكمورة سلباً على نسبة إنبات التقاوي وعلى نمو الجذور في بعض الأحيان. وعادة ما يثبط سماد المكمورة غير الناضج نمو النباتات، حيث أكدت نتائج التجارب أن المستخلصات المائية من سماد المكمورة سيئ التكمير خفضت من نسبة إنبات البذور ومن طول الجذور في الكرنب (الملفوف) والطماطم (البندورة)، في حين كانت المستخلصات المائية للسماد العضوي الصناعي جيد التكمير ذات تأثير إيجابي على نمو الخس والطماطم والبروكلي.

وقد تتواجد في سماد المكمورة بعض الشوائب العضوية من المركبات ثنائية الفينيل متعددة الكلورة والهيدروكربونات العضوية متعددة الحلقات ومبيدات الآفات، وجميعها يتحلل في غضون ستة شهور من التكمير.

- **الناس والدواب:** مشكلة العناصر الثقيلة التي تدخل السلسلة

الغذائية حيث يتعاظم تركيزها وتؤثر سلبا على النباتات والحيوانات تحد من شيوع تطبيقات التكمير لإنتاج سماد المكمورة. ويتعرض الناس والماشية وسائر الكائنات الحية البرية إلى العناصر الثقيلة من خلال بلع التربة والنبات المثقلة بمحتواها من تلك العناصر. وقد أكدت التجارب زيادة محتوى كثير من النباتات من جراء تكرار التسميد العضوي بواسطة سماد المكمورة ولاسيما من عناصر البريليوم والكادميوم والمنجنيز. غير أنه ليس من الضروري أن يزداد محتوى النباتات المسمدة بسماد المكمورة من العناصر الثقيلة. وتأتي الممرضات التي تقطن الأسمدة العضوية الصناعية سيئة التكمير بنفس الدرجة من الأهمية ويجب عدم التغاضي عنها.

ويؤدي تكرار التسميد بسماد المكمورة إلى تراكم بعض العناصر المعدنية في التربة مثل الزنك والألمنيوم والكادميوم والرصاص والحديد والنحاس والمنجنيز والمولبدنم، ومعظمها يسمم النباتات تحت ظروف معينة وقد يتجمع في السلسلة الغذائية وينتقل إلى الحيوانات والإنسان. ويرى بعض العلماء أن تلك المعادن الثقيلة، التي قد تتواجد في بعض المتبقيات العضوية، يمكنها أن تنساب مع المياه الراشحة من التربة المسمدة بسماد المكمورة، في حين يرى البعض الأخر أنها تثبت في مدى لا يتعدى ٣٠ سنتيمتر من سطح التربة ولاسيما حين يرتفع رقم الأس الإيدروجيني كما هو الحال في تربة المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وتتحدد معدلات إضافة سماد المكمورة إلى التربة طبقا لمحتواه من الأملاح الكلية الذائبة، ويمكن أن يقلل غسيل الأملاح من التربة من حدة تلك المشكلة.

وقد تنتشر الهوام والقوارض في مواقع التكمير وربما بعض الطيور التي تقتات من أكوام التكمير، ولكنها ليست مشكلة صارخة.

- **تخفيف التأثيرات البيئية المعاكسة لسماد المكمورة**

يعارض بعض الناس التكمير بسبب الروائح غير المرغوبة التي قد تنساب في البيئة، وبسبب احتوائه على بعض الممرضات. ويجب مراعاة عدم تكمير المتبقيات العضوية الغنية في عنصري الرصاص والكادميوم. وبصفة عامة فإن الحدود الآمنة للعناصر الثقيلة في سماد المكمورة يجب ألا تتعدى ٢٣٩ ملليجرام/كيلوجرام من الكادميوم، ١٨ ملليجرام/كيلوجرام من الكروم، ١٥٠٠ ملليجرام/كيلوجرام من النحاس، ٣٠٠ ملليجرام/كيلوجرام من الرصاص، ١٧ ملليجرام/كيلوجرام من الزئبق، ١٨ ملليجرام/كيلوجرام من الموليبدنم، ٤٢٠ ملليجرام/كيلوجرام من النيكل، ٣٦ ملليجرام/كيلوجرام من السلينيوم، ٢٨٠٠ ملليجرام/كيلوجرام من الزنك.

وأثناء التكمير يجب ضبط الحرارة والرطوبة والتهوية مما يقلل من تعداد الممرضات في السماد المنتج ومن انسياب الروائح غير المرغوبة في البيئة المحيطة. كما أن الانتظار حتى نضج السماد قبل إضافته للتربة من العوامل الهامة التي تحول دون تحول عنصر النيتروجين إلى صور سامة مسببة للسرطان. والتخزين غير المناسب للسماد العضوى الصناعي بعد تمام نضجه وقبل إضافته للتربة يسمح بسيادة ظروف لا هوائية أو جفاف يفسد صفات سماد المكمورة.

ويجب قتل الديدان الطفيلية والبيض واليرقات والفيروسات والبكتيريا المرضية وبذور الحشائش وبيض الذباب قبل إضافة السماد إلى التربة، ويتحقق ذلك من ارتفاع درجة الحرارة في أكوام التكمير حتى ٥٥ درجة مئوية لمدة لا تقل عن ٣-١٠ أيام. ويمكن بإتباع النظافة التخلص من ٦٣٪ من الذباب الذي يأتي مع المواد الخام، ويمكن استخدام بعض الحلم المفترس في التخلص من يرقات الذباب.

•• تخزين سماد المكمورة الناضج

يتوفر سماد المكمورة في فترات يقل فيها وربما ينعدم الطلب عليه. وفي هذه الحالات يتم تخزين السماد في أكوام كبيرة الحجم تغطى بطبقة منداة من الخيش أو نشارة الخشب أو قش الأرز، مع مراعاة عدم جفاف السماد خلال فترة التخزين حفاظا على قيمته السمادية.

•• تسويق سماد المكمورة

ينحصر تسويق سماد المكمورة في تسميد الحاصلات الحقلية والبستانية والأحزمة الخضراء على جانبي الطرق السريعة، إلى جانب استخدامه في تثبيت الطبقة السطحية للتربة في الأراضي المعرضة للانجراف و/أو التصحر. ويستخدم في تحسين خواص الأراضي الضعيفة، حيث يزيد من قدرتها على حفظ المياه، ويحسن من صرف وخدمة الأراضي ثقيلة القوام. وتظهر فوائد سماد المكمورة جلية في الأراضي المجرفة التي نزعت طبقتها السطحية الخصبة، حيث يعوضها عما فقدته من مادة عضوية.

ويفضل بيع سماد المكمورة بسعر يحقق عائدًا مجزياً يغطي عائد الاستثمار وتكاليف التشغيل. وفي أغلب الأحيان، لا يوجد طلب كاف على شراء سماد المكمورة نظراً لتوافر منتجات أخرى منافسة له بالأسواق. ومن هنا فإن التفكير في تحقيق استثمار عالٍ من مرفق لتكمير المتبقيات الزراعية، قبل إجراء دراسة مستفيضة ومتأنية لضمان بيع المنتج، سوف يجانبه الصواب في أغلب الأحيان .

ويجب أن يؤخذ في الاعتبار، عند إجراء أى دراسة تسويقية لسماد المكمورة، حجم المنتج المتوفر والتغيرات الموسمية في الطلب عليه ومدى الاحتياجات الزراعية له. وقد يتطلب الأمر أخذ عينة ممثلة من إنتاج المرفق

وتحليلها للتعرف على مدى توازن العناصر الغذائية الأساسية بها، وعلى محتواها من الكائنات الحية الدقيقة المرضية والعناصر الثقيلة والسموم العضوية، ولاسيما عندما يزمع استخدامه في تسميد وإنماء محاصيل الخضر الورقية، في حين أن ذلك ليس له اعتبار كبير إذ كان من المزمع استخدامه في إعادة الخضرة إلى المناطق القاحلة أو تسميد الحدائق العامة.

ومن الموصى به إعداد نشرات مبسطة توضح مميزات استخدام سماد المكمورة، والفترة المسموح بها للتخزين لدى المستهلك حتى قبل استخدامه، والشروط القانونية فيما يتعلق بنوعية وجودة المنتج، إلى جانب عرض مفردات تكاليف كل كمية ونوعيتها وقت التسليم. ومن الأهمية بمكان تطوير استراتيجية التسويق المستخدمة مع تطور الأسواق، وحالة العرض، وزيادة وتنوع الهيئات المسئولة عن التوزيع والتسويق، مع مراعاة بناء علاقات وطيدة بين القائمين على العمل بالمرفق وهيئات التسويق، وملاحظة أن يكون الشخص المسئول عن التسويق بالمرفق ذا خلفية علمية زراعية.

•• التكمير باستخدام الديدان الأرضية

نجح استخدام سبعة أجناس من الديدان الأرضية، تتصف بسرعة النمو والتكاثر، منذ وقت طويل في تكمير حمأة المجاري، ويشيع استخدام عدة أنواع منها في تكمير المتبقيات العضوية في المناطق المعتدلة. ومن أشهر الديدان الأرضية التي تستخدم على نطاق واسع Eisenia foetida و Lumbricus rubellus و Dendrobaena veneta و Perionyx excavatus و eudrilus Eugenia و Pheretima asiatica ومن المعروف أن كل دودة تضع حويصلة بيض كل عشرة أيام تفقس في غضون ثلاثة أسابيع منتجة نحو سبعة ديدان جديدة تنشط في تحليل المتبقيات العضوية.

وفي الوقت الراهن يزداد الاهتمام بتكمير كثير من المتبقيات العضوية

باستخدام ديدان الأرض حيث أثبتت الممارسات التطبيقية صلاحية حمأة المجاري وروث البهائم ومتبقيات التصنيع الغذائي للتكمير الهوائي بنوعيات متباينة أو مخاليط من ديدان الأرض (الشكل رقم ١٦).

بيد أن تكمير زرق الطيور بتلك الطريقة يتطلب إزالة الأملاح وجزء كبير من الأمونيا منه قبل بداية التكمير. ويجري التكمير بالديدان الأرضية في مدى واسع من درجة الحرارة بين ١٥-٢٠ درجة مئوية، ومستوى رطوبة بين ٨٠ - ٩٠٪ تحت ظروف هوائية، ويجب ألا يقل تركيز الأمونيا عن ٠,٠٥ ملليجرام/جرام، ومحتوى الأملاح عن ٠,٠٥٪ ويكون رقم الأس الإيدروجيني بين ٥-٩ .

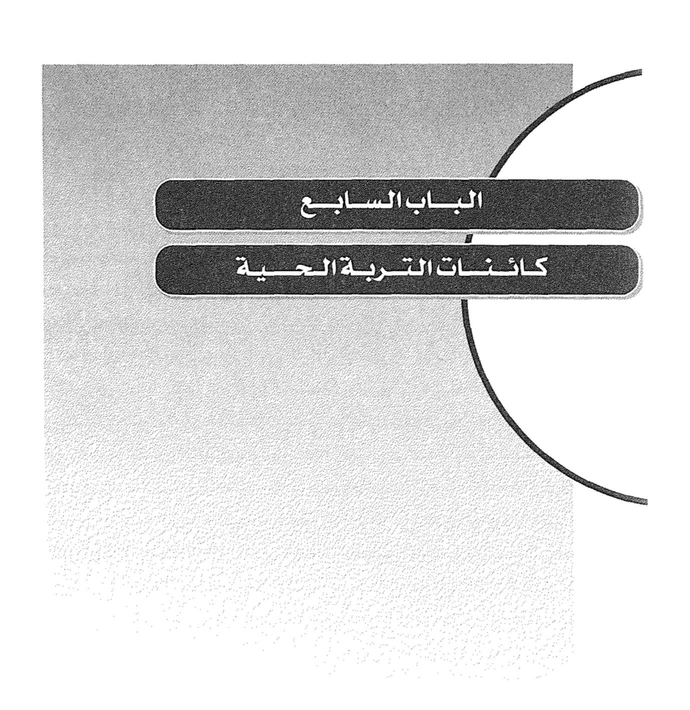
وقد أظهرت متابعة عملية التكمير بديدان الأرض أن محتوى السماد الناتج بعد النضج من البوتاسيوم والنترات يزداد ويكون رقم الأس الإيدروجيني بين ٧,٤ - ٨,٦ وتتبقى به كمية محسوسة من الأمونيا. وبصفة عامة تزيد الديدان الأرضية من سرعة عملية التكمير وتقلل من محتوى الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية مما يخفض انسياب غاز الميثان ومركبات الكبريت الطيارة ومحتوى السماد الناتج من الكائنات الحية الممرضة المتطفلة.

●● معدلات التسميد العضوي

تتباين بشدة معدلات التسميد العضوي بتباين المحصول والسماد العضوي والتربة والظروف المناخية السائدة. وبصفة عامة يجب مراعاة أن تفي المعدلات المضافة من الأسمدة العضوية تحت نظم الزراعة النظيفة بمتطلبات النباتات النامية في إطار كافة محددات كل نظام بيئي زراعي على حدة. ويمكن تقدير معدلات الإضافة بدلالة كمية النيتروجين التي يحتاجها المحصول النامي حتى يتم دورة حياته، وفي إطار معدلات تحول

النيتروجين العضوي الموجود في السماد المضاف إلى نيتروجين صالح لاستفادة النبات.

كما يمكن الاسترشاد في هذا الصدد بنتائج البحوث التي أظهرت أن المحاصيل تستهلك قرابة ثلث العناصر الغذائية الموجودة في السماد البلدي خلال العام الأول بعد الإضافة، ويستهلك ربع العناصر الغذائية خلال العام الثاني بعد الإضافة، وتستهلك باقي العناصر في غضون العام الثالث. ولا تقتصر فوائد السماد البلدي على إمداد المحاصيل بالعناصر الغذائية بل هو ينشط أيضاً الكائنات الحية الدقيقة بها بما ينعكس على تحسين صفاتها كبيئة لنمو النباتات.



الباب السابع

كائنات التربة الحية



الباب السابع
كائنات التربة الحية

التربة هي العنصر الأساسي في الإنتاج الزراعي النباتي طالما توفرت مياه الري، فهي المهد الذى يستقبل البذور الصالحة ويهيئ لها متطلبات حياتها حتى تؤتي ثمارها. وتتركب التربة من أربع مكونات رئيسة هي المواد المعدنية والمواد العضوية والمحلول الأرضي والغازات. وتحت الظروف المثلى تحتوي التربة على ٤٥٪ من المواد المعدنية و ٥٪ من المواد العضوية و ٢٥٪ من المياه و٢٥٪ من الغازات. وتتدرج المواد المعدنية في أحجامها ما بين الحصى والرمل الخشن والرمل الناعم والغرين والطين، في حين تندرج المواد العضوية ما بين المتبقيات العضوية غير المتحللة وحتى الدوبال. ويعتبر الجزء الغروي من التربة الذي تقل أقطار حبيباته عن ٢ ميكرون (واحد على ألف من المليمتر)، بمكوناته المعدنية (الطين) أو العضوية (الدوبال) أو الأحيائية (الكائنات الحية الدقيقة) بمثابة الجزء النشط الفعال في التربة، وهو الذي يحدد السمات الكيميائية والأحيائية والفيزيائية للتربة. ومن هذا المنظور تعتبر التربة نظام غروي حي.

وتسري الحياة في كوكبنا الأرضي في دورات متتابعة، فكل شيء في الكون يدور بقدر محدود، وتتداخل تلك الدورات في شبكة معقدة، فهناك الحياة، وهناك الموت، وبينهما دورة. وكل الكائنات الحية تمضي عمرها فوق سطح الأرض ثم يطويها الثرى بين جنباته بعد موتها، حيث تجد فيها الكائنات الحية الدقيقة ضالتها المنشودة من العناصر الغذائية والطاقة، وتتناولها بالتحليل لتعيدها إلى سيرتها الأولى على هيئة عناصر غذائية بسيطة سرعان ما تتشكل في صورة كائنات حية أخرى. وفي غياب

الكائنات الحية الدقيقة يستحيل بأي حال من الأحوال أن تسري الحياة على كوكب الأرض.

•• ماهية الكائنات الحية الدقيقة

يعتقد كثير من العلماء أن الكائنات الحية الدقيقة هي أول ما ظهر على كوكبنا الأرضي من أشكال الحياة. ففي الأحقاب المبكرة من عمر الأرض كانت الأحوال بها على درجة عالية من الاضطراب وعدم الاستقرار بما يحول دون معيشية أى شكل من أشكال الحياة، ما عدا الكائنات الحية الدقيقة التي استطاعت مسايرة تلك الأحوال المتقلبة حيث مهدت لها بساطة تركيبها وقدرتها الفائقة على التكيف مع الظروف غير المواتية السبل كى تسبق غيرها من الكائنات الحية.

وقد استطاع الإنسان منذ القدم أن يميز بفطرته بين شتى أشكال الحياة، في مملكتي النبات والحيوان استناداً إلى سمات لا لبس فيها. وتتسم النباتات باحتوائها على صبغة الكلوروفيل الخضراء، وخلاياها ذات جدار خلوي محدد، وبها فجوة مركزية داخل كل خلية، وهي غير متحركة في غالب الأمر، وغير محدودة النمو، ولها القدرة على تخزين النشا. وتتصف الحيوانات بعدم احتوائها على مادة الكلوروفيل الخضراء، وخلاياها خالية من الجدار الخلوي، وتغيب فيها الفجوة المركزية التي توجد في خلايا النبات، وهي كائنات حية متحركة محدودة النمو ولها القدرة على تخزين الجليكوجين والدهن. ولا يمكن الاستناد على صفة واحدة فقط من تلك الصفات لكي نحسم الأمر وندلي برأي قاطع يحدد تبعية أي كائن حي في مملكة النباتات أو في مملكة الحيوانات، فهناك من الكائنات الحية ما يجمع في صفاته بينهما، وإن كان يجنح في إحدى المملكتين.

واستمرت الأحوال على هذا المنوال لأحقاب طويلة من الزمن حتى أزاح

العلامة الهولندي ليفينهوك الستار عن عالم الكائنات الحية الدقيقة، واحتار العلماء، حول تبعية تلك الكائنات للمملكة النباتية أو المملكة الحيوانية. وكان من رأي مكتشفها أنها تتبع المملكة الحيوانية استناداً إلى أنها كائنات حية متحركة رآها تسبح بهمة ونشاط أمام عينيه تحت عدسات مجهره البسيط. وبمرور الوقت اتسعت المعارف في مجال الكائنات الحية الدقيقة وعرف العلماء نوعيات عديد متباينة منها وأصبحت تضم بين دفتيها تنوع ضخم من الفطريات والبكتيريا والطحالب والبروتوزوا (الحيوانات الأولية) والفيروسات.

وبدا الخلاف على تبعية الكائنات الحية الدقيقة بين علماء النبات من جهة وعلماء الحيوان من جهة أخرى، كل ينادي بتبعيتها إليه. وكان من الواضح منذ الوهلة الأولى لاكتشاف عالم الكائنات الحية الدقيقة أن بعض أفرادها يتبع مملكة النباتات مثل الطحالب حيث كانت صلات القربى بينها وبين النباتات لا لبس فيها، في حين تبع البعض الأخر مملكة الحيوانات مثل البروتوزوا. وكانت تلك بمثابة أول محاولة لتسكين الكائنات الحية الدقيقة بين غيرها من الكائنات الحية الأخرى. وأعتبر العلماء غالبية الفطريات من أفراد المملكة النباتية رغما من عدم احتوائها على صبغة الكلوروفيل الخضراء التي تميز أفراد مملكة النبات، واستندوا في ذلك إلى تشابه التركيب التشريحي لخلايا الفطريات مع خلايا النباتات. بيد أن بعض أفراد الفطريات أدرج في قوائم المملكة الحيوانية مثل الفطريات اللزجة، واعتبرت بمثابة حلقة وصل بين مملكتي النباتات والحيوانات.

وحار العلماء طويلاً في ضم البكتيريا إلى إحدى المملكتين، طالما أنها تجمع بين صفات النبات والحيوان، فمن بين أفرادها نجد كائنات متحركة وكائنات غير متحركة وبعضها له جدار خلوي محدد وبعضها بدون جدار، وبعضها مكتظ بصبغة الكلوروفيل الخضراء التي تغيب في الغالبية العظمى من البكتيريا. وكان الاتجاه القوي بين العلماء هو تبعيتها لمملكة النباتات

على أساس أن أغلب أفرادها له جدار خلوي، وأن تركيبها التشريحي يميل للتشابه مع النباتات، كما أنها تتكاثر مثل كثير من خلايا النباتات.

ومن جـراء تلك البلبلة وعـدم الاتفـاق الكامل بين العلمـاء على وضع الكائنات الحية الدقيقة، نادى العلامة الألماني هيكل بإنشاء مملكة ثالثة للكائنات الحية تقف جنباً إلى جنب مع مملكة النباتات ومملكة الحيوانات. وأقترح أن تسمى مملكة البروتستا، ويضم إليها الكائنات الحية التي تتباين في سماتها بين سمات النبات والحيوان ويصعب على علماء تقسيم الكائنات الحية تحديد موقعها بين الأحياء، بشرط أن تتصف ببساطة التركيب وبعدم وجود أنسجة متخصصة بها. ومن المعروف أن الكائنات الحية في المملكتين النباتية والحيوانية تتشكل على هيئة أنسجة متخصصة كالنسيج العضلي والنسيج الوعائي في الحيوانات ونسيج اللحاء ونسيج الخشب في النباتات، وكل منها يناط به دور محدد في حياة الكائن الحي. وفي أفراد مملكة البروتستا سواء كانت وحيدة أو متعددة الخلايا، تقوم كل خلية حية بمفردها بكافة الوظائف من تغذية ونمو وتكاثر وخلافه. وقد لاقت تلك الفكرة رواجاً في الأوساط العلمية لأنها تسهل مهمة العلماء في تقسيم الكائنات الحية.

واقترح تقسيم مملكة البروتستا إلى قسمين رئيسين هما البروتستا الراقية والبروتستا الدنيئة، وتضم المجموعة الأولى الكائنات الحية الأكثر قرباً من حيث التطور من أفراد المملكتين النباتية والحيوانية، فنجد أن خلايا أفرادها بها نواة متطورة ذات غشاء نووي وبها صبغات وراثية تنتظم في أشكال ثابتة عند انقسام الخلية، وتشمل تلك المجموعة الطحالب والفطريات والبروتوزوا. بينما تضم البروتستا الدنيئة الكائنات الحية بسيطة التركيب الأقل تطوراً والتي ما زالت في صورة بدائية من حيث التشريح ووظائف الخلايا، وتشمل الطحالب الخضراء المزرقة والبكتيريا.

وفي نهاية تلك القائمة من الكائنات الحية الدقيقة تقبع الفيروسات، تلك الكائنات التي تعتبر بمثابة حلقة وصل بين عالم الأحياء وعالم الجماد. ومن المعروف أن الفيروسات تسلك سلوكاً عجيباً قد يكمن عنده سر الحياة، فطالما أن الفيروس خارج الجسم الحي فإنه لا يختلف إطلاقاً عن حامض الريبونيوكليك أو الديزوكسينيوكليك المتبلور، غير أنه ما أن يدخل الخلية الحية سواء النباتية أو الحيوانية أو الميكروبية حتى يتبدل ويساير الكائنات الحية في سماتها ويقوم بإفناء الخلية المضيفة محولاً إياها إلى ملايين الفيروسات الوليدة التي تتصف بنفس صفات خلية الفيروس الأم.

•• الكائنات الحية الدقيقة في التربة

ينعكس نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة بصورة مباشرة على درجة خصوبتها ومدى وفرة إنتاجها. وفي غياب الكائنات الحية الدقيقة لا يمكن أن تقوم لنظم الزراعة النظيفة قائمة، بل أكثر من ذلك فلولا فضل الكائنات الحية الدقيقة على التربة لما تكونت أي أراضي صالحة للزراعة كما نعرفها في الوقت الراهن.

وتتوقف طبيعة عشائر الكائنات الحية الدقيقة ونوعية أفرادها ومستوى فاعليتها، بدرجة كبيرة، على الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة. وما أن تصير تلك الخواص مواتية للنشاط الأحيائي، حتى تسارع الكائنات الحية الدقيقة في تحليل المواد العضوية وغير العضوية في المتبقيات العضوية النباتية والحيوانية والميكروبية محولة إياها إلى مجموعات متباينة من المركبات المعدنية والعضوية البسيطة وإلى ثاني أكسيد كربون وماء، تتحدد نوعياتها طبقا للظروف السائدة في التربة، وتقوم النباتات باستهلاكها مرة ثانية، وتعيد بها دورة الحياة على سطح الأرض. ويتبقى في التربة بعد تلك العمليات الأحيائية قليل من المواد

العضوية صعبة التحلل تعرف بالدوبال، وهو مادة محسنة لصفات التربة الكيميائية والفيزيائية والأحيائية، ويعمل كمخزن لعناصر غذاء النبات تنساب منه في بطء شديد بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

ويقسم العلماء الكائنات الحية الدقيقة في التربة إلى مجموعتين الأولى نافعة منها الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنيتروجين الجوي بمختلف أنواعها والمحللة للمواد العضوية والمحللة للمبيدات الكيميائية للآفات والمواد السامة والمثبطة لنمو الكائنات الممرضة الكامنة في التربة والمنشطة لدورات العناصر الغذائية حيث تحولها إلى صورة صالحة لامتصاص النباتات والتي تفرز مضادات أحيائية وهرمونات ومواد منشطة لنمو الجذور والتي تحول المعادن الثقيلة إلى صورة غير صالحة لامتصاص النباتات والتي تفرز مواد عديدة التسكر تحسن من بناء التربة، والثانية ضارة ومنها الكائنات الحية الدقيقة المسببة لأمراض النبات والتي تشجع نمو الممرضات الكامنة في التربة والتي تنافس النباتات في غذائها باستهلاكها للعناصر الغذائية المعدنية وتحويلها إلى صورة عضوية داخل خلاياها والتي تفرز مواد سامة تؤثر على الكائنات الحية الأخرى النافعة في التربة.

•• تنوع الكائنات الحية في التربة

أدى اتساع دائرة البحوث في مجال علم الكائنات الحية الدقيقة إلى اكتشاف تنوع ضخم منها، سعى العلماء إلى سبر أغواره والتعرف على دوره في خصوبة التربة وتغذية النباتات، محولين كشف الستار عن كافة العوامل التي تؤثر سلباً وإيجاباً في نشاط ومدى نفع أو ضر الكائنات الحية الدقيقة في التربة. ويتضمن التنوع الأحيائي للكائنات الحية في التربة كماً ضخماً من الأفراد بعضها تتبع مملكة النبات وبعضها يتبع مملكة الحيوانات، وهي

عادة ما تقسم إلى المجموعات الرئيسة التالية:

■ **الكائنات الحية النباتية:** تكتظ التربة بإعداد ضخمة من الكائنات الحية النباتية تفوق بدرجة كبيرة عشائر الكائنات الحية الحيوانية القاطنة بها. وتضم الكائنات الحية النباتية تنوع احيائي كبير يتدرج من جذور النباتات الراقية والطحالب والفطريات والميكروهيزا والفطريات الشعاعية وحتى البكتيريا.

■ **جذور النباتات:** تعتبر من المصادر الهامة للمواد العضوية في التربة سواء من خلال إفرازات الجذور أو المتبقيات النباتية التي يستقر بها المقام بين ثنايا التربة الزراعية. ويناط بجذور النبات دور رئيس في إيواء الكائنات الحية الدقيقة التي تقطن في منطقة الجذور وتوفير متطلبات معيشتها، كما أن لها دوراً محورياً في الحفاظ على التوازن بين عناصر غذاء النبات في التربة، وهي من أهم الآليات التي تحول العناصر المغذية إلى صورة ميسرة للامتصاص.

■ **الطحالب:** توصف الطحالب بأنها أبسط أشكال الحياة النباتية التي تعيش على سطح الأرض، فهي كائنات حية دقيقة قد تكون وحيدة أو عديدة الخلايا وتحتوي بصفة أساسية على مادة الكلوروفيل الخضراء. ولقد تعرف العلماء حتى الآن على ما يقرب من ١٧ ألف نوع من الطحالب تختلف في مظهرها وفي عادات نموها ومتطلبات حياتها. ويحدث التكاثر الحضري (اللاجنسي) في معظم أنواع الطحالب عن طريق الانقسام الثنائي البسيط بينما يتم التكاثر الجنسي في أنواع قليلة من الطحالب الخضراء، وتعجز عن أدائه جميع أفراد الطحالب الخضراء المزرقة.

وتقسم الطحالب إلى أربعة طوائف طبقاً لوجود الكلوروفيل وغيره من الصبغات الملونة بها على النحو التالي:

■ **طائفة الطحالب الخضراء:** تضم مجموعة كبيرة من الكائنات الحية

تتفاوت بين الأنواع المجهرية وحيدة الخلية إلى الأنواع عديدة الخلايا التي تشابه النباتات الراقية (الشكل رقم ١٧)، ويغلب لون الكلوروفيل الأخضر على أفراد تلك الطائفة.

■ **طائفة الطحالب الحمراء:** تضم مجموعة كبيرة من الأحياء وحيدة الخلية وعديدة الخلايا يغلب عليها اللون الأحمر ويغطي على لون الكلوروفيل الموجود بها.

■ **طائفة الطحالب البنية:** تشمل الطحالب التي تعيش في الماء وهي ذات لون بني وأهم أفرادها الدياتومات، وهي كائنات حية وحيدة الخلية تنمو طافية على سطح المحيطات أو ملتصقة على صخور القاع على هيئة مستعمرات، وخلاياها محاطة بغلاف من السيلكا عادة ما يترسب في قاع المحيط أو البحيرات بعد موت الطحلب مكونة رواسب غير قابلة للتحلل لها استخدامات صناعية عديدة (الشكل رقم ١٨).

■ **طائفة الطحالب الخضراء المزرقة:** وهي بمثابة أبسط أنواع النباتات قاطبة وصلة القربى بينها وبين البكتيريا واضحة جلية. وأفراد تلك الطائفة تتكون من كائنات وحيدة الخلية لا ترى بالعين المجردة وعادة ما تتجمع في مستعمرات تتماسك مع بعضها بغشاء من الجيلاتين، وقد تتجمع على شكل خيوط طويلة في بعض الأحيان.

ومن الناحية التشريحية لا يوجد في الطحالب الخضراء المزرقة نواة محددة أو كلوروبلاست يتجمع فيه الكلوروفيل بل نجد المادة النووية والكلوروفيل يسبحان داخل سيتوبلازم الخلية. وتحتوي أفراد تلك الطائفة على صبغات ذات ألوان متباينة. وعلى الرغم من أن الصبغة الزرقاء، فيكوسيانين، تكسبها مع الكلوروفيل لوناً أخضر مزرقاً، إلا أن بعض أفرادها قد يغلب عليه اللون الأصفر أو الأخضر الزيتوني أو البني حسب درجة تركيز الصبغات الكائنة به.

ومن أهم صفات تلك الطائفة قدرة العديد من أفرادها على تثبيت نيتروجين الهواء الجوي واستعماله كمصدر للغذاء.

وتعتبر البحار والمحيطات ومجاري المياه بشكل عام الموطن الرئيس الذى تسكنه معظم أنواع الطحالب بجانب سطوح الأشجار حيث يتسنى لها القيام بعملية التمثيل الضوئي عند سقوط أشعة الشمس على مادتها الخضراء. وعلى الرغم من أن تكاثر الطحالب في مجاري المياه قد يسبب بعض مشاكل الملاحة. وقد تنبعث بعض الروائح غير المرغوبة عند تحللها بالبكتريا، إلا أنها تعتبر الغذاء الأساسي للثروة السمكية في تلك البقاع. والكثير من الطحالب لها فوائد صناعية عديدة كالدياتومات التي تستخرج من صدفتها مادة السيلكا، وبعض الطحالب الحمراء التي تستعمل في تصنيع مادة الآجار.

وغالباً ما تعيش بعض الطحالب فوق سطح التربة حتى يتسنى لها الاستفادة من طاقة الشمس في عملية التمثيل الضوئي، التي تثري من خلالها محتوى التربة من الكربون العضوي. وقد تتواجد الطحالب تحت الثري في عمق القطاع الأرضي على هيئة جراثيم ساكنة أو حويصيلات دقيقة لا تعتمد على الكلوروفيل. وهي عادة ما تتواجد بإعداد قليلة في التربة، لا تتعدى ٨٠٠ ألف طحلب في الجرام، حيث أن مجالها الفسيح يكون في المياه. وقد عزل العلماء نحو ٦٠ نوعا من الطحالب.

■ **الفطريات:** تضم الفطريات مجوعة متباينة من الكائنات الحية الدقيقة التي تتبع المملكة النباتية وتتصف بصفة وظيفية أساسية وهي غياب الكلوروفيل فيها، بمعنى أنها كائنات لا تستطيع الاعتماد على نفسها ويتحتم عليها أن تحصل على غذائها مجهزاً من كائنات حية أخرى. وقد تعرف العلماء حتى الآن على أكثر من ٢٠٠ نوع من الفطريات تنتمي إلى ٧٢ جنساً مختلفاً.

وتضم الخمائر وفطريات العفن وفطر عيش الغراب. وفي مجال نظم الزراعة النظيفة تقوم فطريات العفن بالدور الرئيس.

ويتركب الجسم الفطري في الأنواع البدائية من خلية مفردة، وتتشكل أغلب الفطريات الأخرى على هيئة خيوط دقيقة طويلة تعرف بالهيفات يختلف سمكها ما بين ٠,٥ - ١٠٠ ميكرون، وغالبا ما تتجمع تلك الهيفات مع بعضها البعض مكونة الغزل الفطري أو الميسليوم. وفي معظم الأحيان تكون الهيفات الفطرية متفرعة وتحتوي على أكثر من نواه، وهي أما أن نكون متصلة أو مفصلة عن بعضها بجدر عرضية، ويحدها من الخارج جدار خلوي محدد يتركب من السيليلوز الفطري (الشكل رقم ١٩).

وتتباين الفطريات في احتياجاتها الغذائية، فلكل مجموعة منها من المتطلبات ما يختلف عن المجموعات الأخرى. فنجد أن بعض الفطريات تحصل على غذائها بالتطفل على كائنات حية أخرى من فطريات البياض الزغبي والبياض الدقيقي والأصداء. وهناك مجموعات أخرى تستمد غذائها بالترمم على المواد العضوية الميتة مثل كثير من فطريات العفن. وتقف مجموعات أخرى وسطاً بين هذه وتلك حيث يمكنها الحصول على غذائها من كل المصدرين حسب درجة تيسره في الوسط النامية به، وتلك هي الفطريات اختيارية التطفل أو الترمم.

ويظهر في الفطريات نوعين من التكاثر هما التكاثر الجنسي الذي يتميز باتحاد نواتين إحداهما من خلية مذكرة والأخرى من خلية مؤنثة، والتكاثر اللاجنسي أو الخضري الذى يتم دون أى اتحاد بين الخلايا أو الأعضاء. وتتكاثر معظم الفطريات بالطريقتين معاً، ولكن التكاثر اللاجنسي يعتبر أكثر أهمية كوسيلة للتزايد والانتشار السريع، حيث ينتج عدد كبير الجراثيم، لاسيما إذا عرفنا أن الدورة اللاجنسية تتكرر عدة مرات خلال موسم النمو في حين أن الطور الجنسي لا يظهر إلا مرة واحدة في العام لمعظم أنواع الفطريات.

ويتم التكاثر اللاجنسي في الفطريات بمفهومه العام إما عن طريق تجزئة الميسليوم إلى أجزاء ينمو كل جزء منها مكونة فطراً جديداً، وإما بالتبرعم حيث يخرج من الخلية الأم برعم صغير ينمو حتى يصير في مثل حجم أمه ثم ينفصل عنها ويواصل الحياة مستقلا بذاته، وإما عن طريق تكوين جراثيم ينمو كل منها عندما تواتيه الظروف المناسبة لتكون جسماً فطرياً جديداً.

وتعتبر طريقة تكوين الجراثيم أكثر الطرق شيوعاً في تكاثر أغلب أنواع الفطريات. ومعظم الجراثيم الفطرية عبارة عن أجسام ثمرية مجهرية لا ترى بالعين المجردة وتختلف في الشكل من الكروي إلى البيضاوي إلى الأبري إلى الهلالي، وتتباين في اللون وفي عدد الخلايا المكونة لها وفي ترتيبها وفي طريقة حملها على الجسم الفطري. وقد يكون الفطر نوعاً واحدا فقط من الجراثيم اللاجنسية، ولكن أغلبها يظهر عليه أكثر من نوع واحد وقد تصل إلى أربعة أشكال.

وتقسم الجراثيم الفطرية اللاجنسية إلى جراثيم داخلية وخارجية، فالأولى يكونها الفطر داخل أكياس ولا تنطلق منها إلا بعد تمزق أو تحلل جدار الكيس كالجراثيم الأسبورانجية، والثانية تعرف بالجراثيم الكوندية، وتتكون على حامل كونيدي إما مفردة أو في سلاسل، وغالباً ما تختلف في الشكل والحجم واللون من فطر إلى آخر.

والتكاثر الجنسي في الفطريات مثله مثل سائر الأحياء الأخرى يتم عن طريق الاتحاد بين خليتين إحداها مذكرة والأخرى مؤنثة. وتتم تلك العملية في الفطريات على ثلاث مراحل، تبدأ بمرحلة الاتحاد الخلوي الذى يحدث فيه اتحاد بين بروتوبلاستين كي تقترب نواتا الخليين من بعضهما البعض ويلي ذلك مرحلة الاتحاد وفيها يتم اتحاد النواتين جنسياً. وعادة ما تجرى المرحلة الثانية فور انتهاء المرحلة الأولى في معظم الفطريات الأولية،

عكس الحال في الفطريات الأكثر رقياً، فنجد أن هناك فاصلاً زمنياً بين المرحلتين. ويتكون من جراء الاتحاد الجنسي نواة جديدة بها ضعف عدد الصبغات الوراثية ولذا فسرعان ما تقسم تلك الخلية انقساماً اختزالياً في المرحلة الثالثة من التكاثر الجنسي يعيد عدد الصبغات بها إلى العدد الأحادي مرة ثانية.

وينتج من التكاثر الجنسي في الفطريات أشكالاً مختلفة من الجراثيم الجنسية مثل الجرثومة البيضية والجرثومة الزيجية والجرثومة الزقية والجرثومة البازيدية. ولقد قسم العلماء الفطريات إلى أربعة طوائف استناداً إلى نوع الميسليوم الفطري من حيث كونه مقسماً أو غير مقسم بجانب نوع الجراثيم الجنسية كالآتي:

■ **طائفة الفطريات الطحلبية:** ويميز أفراد تلك الطائفة بأن الميسليوم عادة ما يكون غير مقسم، ويمثل الطور الجنسي فيها بالجراثيم البيضية أو الزيجية، بينما تمثل الجراثيم الهدبية المتحركة والجراثيم الأسبورانجية غير المتحركة الطور اللاجنسي.

■ **طائفة الفطريات الزقية:** تضم الفطريات ذات المسليوم المقسم من الداخل بجدر عرضية، والتي تكاثر جنسياً مكونة جراثيم زقية، وتمثل الكونيدا الطور اللاجنسي بها.

■ **طائفة الفطريات البازيدية:** تشمل الفطريات ذات الميسليوم المقسم من الداخل بجدر عرضية، والتي تكاثر جنسياً مكونة جراثيم باذيدية، وتكون جراثيم لاجنسية على شكل كونديات.

■ **طائفة الفطريات الناقصة:** يتصف أفراد تلك الطائفة بأن الميسليوم قد يكون مقسماً أو غير مقسم من الداخل بجدر عرضية، وهي عادة ما تتكاثر بالطرق اللاجنسية، ولم يعرف لها طريقة للتكاثر الجنسي حتى الآن. وما أن يكتشف العلماء طريقة التكاثر الجنسي لأي من أفرادها،

فإنها سرعان ما تنقل من تلك الطائفة وتوضع في مكانها الصحيح من التقسيم.

وتنتشر الفطريات انتشاراً واسعاً في الطبيعة فهي عادة ما تتواجد على سطح معظم المواد العضوية الصلبة كالأخشاب والجلود والغذاء والتربة الزراعية، علاوة على ملايين الجراثيم السابحة في تيارات الهواء الجوي. ولا يدرك إلا القليل منا ونحن على مشارف الألفية الثالثة، مدى ارتباط الفطريات بحياة الناس، فمن النادر أن تمر ساعة من حياتنا دون أن يتدخل الفطر فيها بالنفع أو بالضر بطريقة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة.

وتلعب الكثير من الفطريات دوراً هداماً في حياة الناس فهي المسؤولة الأولى عن تحلل المواد العضوية في مختلف النظم البيئية. وينتج من جراء ذلك إفسادها للغذاء والمشروبات والجلود والبضائع الاستهلاكية المكونة من مواد عضوية، وهي التي تسبب معظم الأمراض النباتية المعروفة بجانب الكثير من أمراض الناس والحيوانات. ومن بين أفرادها ما هو شديد السمية للناس والحيوانات مثل فطر الأرجوت عند تناوله بالفم.

ومن ناحية أخرى فإن بعض الفطريات يقوم بدور بناء ومفيد في حياة البشر، فالعديد من الفطريات تحلل المواد العضوية المعقدة التركيب في التربة وتحولها إلى عناصر غذائية يسهل على النباتات امتصاصها مما يعود بالخير على المحاصيل الزراعية. وهناك من الفطريات ما يعيش بطريقة تكافلية مع جذور النباتات ويساعدها في امتصاص غذائها من التربة. وتلعب الفطريات دوراً هاماً في مكافحة الحشرات الضارة بالمحاصيل الاقتصادية حيث تمرضها وتحول دون قيامها بدورها المفسد في الطبيعة. وللفطريات فوائد صناعية جمة، فهي تدخل في الكثير من صناعات التخمر كصناعة الخبز والجبن الركفورت. كما وأنها تستخدم في عدة أغراض طبية لإنتاج المضادات الأحيائية مثل البنسلين والإستربتوميسين.

■ **الميكروهيزا :** تتواجد بصفة رئيسة في الأحراج حيث تخترق جذور الأشجار مكونة نظاماً أحيائياً يدعم نمو النبات ويمده بالعناصر المغذية. وهناك نوعان رئيسان من فطريات الميكروهيزا هما الميكروهيزا الخارجية والميكروهيزا الداخلية. وكلتاهما تتحد مع جذور النباتات وتعينه على امتصاص غذائه من التربة (الشكل رقم ٢٠).

وتخترق الميكروهيزا جذور النباتات عن طريق انتفاخ على سطح الجذر الرئيس والشعيرات الجذرية على هيئة هيفات تنتشر بين خلايا قشرة الجذر مكونة شبكة من الندوب على هيئة جراثيم كروية أو بيضاوية تتكون من جرثومة واحدة أو من عناقيد من الجراثيم عادة ما تتجمع عند طرف الهيفات. ويختلف حجم الجراثيم بين ٢٠ - ٢٥٠ ميكرون وهي عادة ما تكون ممتلئة بالزيت.

■ **الفطريات الشعاعية:** تشبه بدرجة ما فطريات العفن في أنها خيطية التركيب كثيرة التفريع تكون أجسام ثمرية، غير أن حجمها يقل كثيراً عن فطريات العفن. كما تشابه الفطريات الشعاعية البكتيريا في أنها وحيدة الخلية وتقاربها في الحجم. ويصل تعدداها حتى ٢٠ مليون كائن في الجرام من التربة، ويصل وزن هيفاتها إلى نحو ٣٠٠ كيلوجرام في الفدان، وهي شديدة الفاعلية في هدم المواد العضوية ولاسيما تلك المعقدة صعبة التحلل.

■ **البكتيريا:** يعرف العلماء البكتريا بأنها فطر وحيد الخلية لا يرى إلا بالمجهر ولا يحتوي على الكلوروفيل ويتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط. وهي أصغر ما خلق الله سبحانه وتعالى من صور الحياة وأقلها تعقيداً، ولقد وضعت ضمن أفراد المملكة النباتية لتقارب صفاتها بالطحالب الخضراء المزرقة وبالفطريات أكثر منها بالبروتوزوا.

وتظهر البكتريا في ثلاثة أشكال أساسية هي البكتريا الكروية والبكتريا

العصوية والبكتريا الحلزونية. وفي الواقع فإن شكل البكتريا من النوع الأول ليس تام الكروية كما قد يبدو من اسمها لأول وهلة، ولكنها عادة ما تكون كراوانية، بل تستطيل أحياناً وتظهر أسطوانية الشكل، ولكنها ما أن نجد بيئتها الأصلية حتى تعاود سيرتها الأولى (الشكل رقم ٢١).

ومن الأشكال الكروية في البكتريا ما يشبه حبة الفول ومنها ما هو مخروطي الشكل. وتتواجد البكتريا العصوية على شكل اسطوانة تشبه العصا، وقد تكون أحيانا على شكل مكعب، ويختلف شكل طرف تلك الخلايا فقد يظهر أحيانا في صورة مستقيمة، وقد يستدير في أحوال أخري أو يتخذ شكل الصولجان (الشكل رقم ٢٢).

وأما البكتريا الحلزونية فإنها تتصف أساساً بكونها منحنية وعادة ما تكون ملتفة على شكل حلزون، وإن كانت تظهر في بعض الأحيان على شكل حرف الواو .

وتتفاوت البكتريا في الحجم بدرجة كبيرة من نوع إلى نوع أخر، وإن كانت كلها كمجموعة كائنات حية دقيقة جداً بدرجة تفوق أي تصور مما جعلنا نقيس أحجامها باستعمال وحدة صغيرة جداً هي الميكرون الذي يعادل جزءاً من ألف جزء من المليمتر. وبينما يصل حجم أصغر أنواع البكتريا الحقيقية إلى حوالي ٠,٣ ميكرون وقد يبلغ طول البعض الأخر منها ١٥ ميكرون. وبفرض أننا رصصنا ٥٠ ألف خلية بكتيريا كروية يبلغ متوسط قطر كل منها نصف ميكرون في طابور فإن طول هذا الطابور لن يتعد بوصة واحدة فقط. ولا يزيد سمك سلسلة مكونة من مائة خلية بكتيرية عن سمك الورقة. وإذا ما كبرنا حجم الخلية الكروية خمسمائة ضعف لن تزيد عن حجم النقطة الواردة في نهاية الجملة.

ونظراً لضآلة حجم خلايا البكتيريا كما نرى من تلك المقارنات فإن مساحة سطحها كبيرة جداً، مما ييسر لها القيام بالعديد من التغييرات

الأحيائية المتباينة في الوسط الذي تنمو فيه بسرعة فائقة. وهذا في حد ذاته يفسر لنا سبب الفاعلية الكبيرة لتلك المجموعة من الكائنات في تحليل المواد العضوية في البيئة.

وفي عالم البكتيريا نجد الكثير من الكائنات الحية الملونة التي تظهر عند زراعتها على بيئات خاصة بألوان زاهية منها الأحمر والأصفر والأزرق والذهبي وغيره. وبعض البكتريا تحتفظ بتلك الصبغات الملونة داخل خلاياها، في حين يقوم البعض الآخر منها بإفراز تلك المواد الملونة في الوسط النامي به.

ويستطيع بعض أفراد البكتيريا التغلب على الظروف غير المواتية لها، والتي قد تجبر على الوجود فيها بطرق شتى يعتبر أهمها تكوين الجراثيم الداخلية والحويصلات. وتظهر الجراثيم الداخلية بصفة سائدة في البكتيريا العصوية، في حين أنها نادرة الحدوث في الأنواع الكروية والحلزونية.

ورغماً من تضارب الآراء ما بين العلماء عن كيفية تكوين الجراثيم الداخلية، إلا أنها لا تتكون بصفة عامة، إلا بعد أن تصل خلايا المزرعة البكتيرية إلى مرحلة البلوغ، وهي عادة ما تمر في خطوات متتابعة تبدأ بظهور تحبب في بروتوبلازم الخلية مكونة البريموردي وم الذي يحيط نفسه بغشاء رقيق يتكاثف حوله بالتدريج حتى تتكون في النهاية الجرثومة الأولية والتي سرعان ما تتطور مكونة الجرثومة الداخلية.

وتتخذ الجرثومة لنفسها عدة أماكن داخل الخلية البكتيرية، فنجدها أحياناً متمركزة في وسط الخلية، بينما قد تستقر في أحيان أخرى عند أحد طرفي الخلية. وقد يكون حجم الجرثومة مساو لحجم الخلية البكترية، وقد يزيد عنها حسب نوع البكتيريا مما يسبب ظهور انبعاج يشكل الخلية على صورة قارب أو مغزل أو مضرب التنس.

وتعتبر الجراثيم الداخلية للبكتيريا من أكثر أشكال الحياة التي نعرفها مقاومة للظروف وللمؤثرات الخارجية، فيستطيع البعض منها أن يتحمل الغلي لعدة ساعات، كما وأن معظمها يقاوم المطهرات بدرجة كبيرة، ويستطيع الكثير منها أن يكمن في التربة وفي الماء واللبن والغذاء لفترات طويلة تمتد إلى أكثر من شهر وقد تصل أحيانا إلى بضعة سنوات. وعندما تجد الجرثومة البكترية الظروف المواتية لنموها فإنها سرعان ما تمتص الماء من الوسط المحيط بها وتنتفخ ممزقة جدارها وتخرج منها خلية خضرية تعاود النشاط مرة أخري.

ويظهر في بعض أنواع البكتريا أغلفة واقية تحيط بخلاياها وتحميها من الظروف غير الملائمة تعرف بالكبسولة أو العلبة. وهي غالبا ما تتكون من خليط من الكربوهيدرات المعقدة وحامض اليورونيك. وقد تدخل البروتينات في تركيب بعض أنواعها. وتلعب الكبسولة دوراً هاماً في حماية الكائن الحي الدقيق من المؤثرات الخارجية الضارة به، علاوة على أنها تعمل على تماسك الخلايا مع بعضها البعض. ولا تستطيع جميع الأنواع المعروفة من البكتيريا أن تتحرك حركة مستقلة، والكثير منها يعتمد في انتشاره على النقل بالهواء أو بالتيارات المائية أو حمله في تجاويف أو على سطح جسم الإنسان أو الحيوان الذي يعولها. بيد أن هناك في نفس الوقت أنواع من البكتيريا لها القدرة على الحركة الذاتية بواسطة أعضاء حركة تظهر على خلاياها. ولقد أدى المجهر الإلكتروني للعلماء خدمات جليلة أعانتهم على تفهم طبيعة الحركة في البكتيريا باكتشاف الأسواط. ومعظم أنواع البكتيريا العصوية والحلزونية وقليل من الأنواع الكروية تحاط أجسامها بالأسواط، التي قد تغطي جسم الكائن الحي كله أو قد تظهر على شكل خصلة عند طرفي الكائن الحي الدقيق أو على طرف واحد منه فقط. وفي بعض الأنواع نجد أن البكتيريا تحمل سوطاً واحداً فقط على أحد أو كلا طرفيها. ويبلغ متوسط قطر السوط في البكتيريا حوالي ٠,٢

ميكرون، مما عرقل رؤيته بالمجهر الضوئي حتى تطورت طرق دراسة البكتيريا واكتشفت الوسائل التي مكنت العلماء من ترسيب مواد على الأسواط تزيد من سمكها مما يسر رؤيتها تحت عدسات المجهر. وتنشأ الأسواط في البكتيريا من داخل سيتوبلازم الخلية وليس من الجدار الخارجي. وهي تنقبض بصورة دائمة وبطريقة متتابعة مفضية إلى تحرك الكائن الحي الدقيق. ولا تعمل تلك الأسواط كما قد يظن البعض على هيئة مراوح بل تعمل مثل دفة القارب. وتسبح البكتيريا بواسطة أسواطها بسرعة فائقة، ولقد قدر أحد العلماء سرعة بكتيريا متوسطة الحركة ووجدها ٦٠ ميكرونا في الثانية، أى ما يعادل سرعة إنسان طوله ١,٨ متر يتحرك بسرعة ٥٥ مترا في الثانية.

وتتكاثر معظم أنواع البكتريا بالانقسام الثنائي البسيط حيث يظهر في الخلية المنقسمة نتوءان جانبيان على نقطتين متقابلتين للسطح الداخلي للغشاء السيتوبلازمي، يواصلان نموهما في اتجاه مركز الخلية على طول المحور العرضي لها حتى يلتحمان معاً. ويلى ذلك نمو الجدار الخلوي لكل خلية في اتجاه المركز على طول هذه الصفيحة حيث تنشطر الخلية إلى خليتين. ولقد لاحظ نفر من العلماء حدوث التكاثر الجنسي في حالات نادرة من البكتيريا.

وتتم عملية التكاثر في البكتيريا بسرعة مذهلة، وعمر الجيل في المتوسط بالنسبة لأغلب أنواع البكتيريا يتراوح ما بين ٢٠-٣٠ دقيقة، وإن كان في بعض الأنواع يمتد ليصل إلى ستة ساعات. وقد يتساءل البعض عن مصير تلك الأعداد المهولة من البكتيريا. ولو بدأنا بخلية مفردة عمر الجيل بها نصف ساعة، فإنها ستصل بعد عشرون ساعة فقط إلى ٢٠٠ ألف مليون خلية، ومعنى هذا أن الكائنات الحية الدقيقة لا بد وأن تسود سطح الكرة الأرضية وتستولى على كل ما فيها من قوت خلقه الله سبحانه وتعالى لسائر العباد. غير أن هناك ما يحد نمو الكائنات الحية الدقيقة يوقفه عند

حد معين لا يتخطاه. ويتمثل هذا الحد في الإفرازات السامة التي تفرزها الكائنات الحية الدقيقة وتحد من نموها بجانب بعض العوامل الأخرى مثل نفاذ الغذاء من الوسط أو مهاجمة كائنات حية أخرى أو غير ذلك من صور الصراع بين الأحياء.

ونظراً للتنوع الشاسع بين أفراد البكتيريا، فالبعض منها يشبه في صفاته بعض أفراد البروتوزوا، في حين أن بعضها يشابه الطحالب، والبعض الآخر يقترب من صفات الفطريات اللزجة.

وبصفة عامة تقسم البكتيريا إلى قسمين رئيسين هما البكتيريا الحقيقية والبكتيريا الراقية التي تشابه المجموعات السابقة في صفاتها وتعتبر أكثر رقياً من المجموعة الأولى. وتقسم البكتيريا إلى البكتيريا الشبيهة بالبروتوزوا (الحيوانات الأولية) والبكتيريا الشبيهة بالفطريات اللزجة والبكتيريا الشبيهة بالفطريات والبكتيريا المغلفة الشبيهة بالطحالب والبكتيريا الحقيقية والركتسيا.

وتعتبر البكتريا أكثر الكائنات الحية انتشاراً على الإطلاق، فلقد وجدت في الجو على ارتفاع وصل إلى أربعة أميال فوق سطح الأرض، وفي الطين الراكد بالقاع حتى عمق ثلاثة أميال تحت سطح البحر، وعزلت من جميع الأجواء الحارة والباردة، ومن الينابيع الساخنة عند خط الاستواء ومن الثلوج المتراكمة في القطب الجنوبي. ونستطيع أن نقول بلا أي مبالغة أن العالم كله ميدانها، ولا تكاد تخلو بقعة منه من البكتيريا باستثناء الأنسجة الحية السليمة.

وتنتشر البكتيريا في الهواء المحيط بنا بكثافة عالية تتراوح ما بين ٢٠٠٠ - ٦٠٠٠ خلية بكترية في المتر المكعب من هواء المدن. وفرصة دخول بكتيريا واحدة في الشهيق عند التنفس تتكرر مرة كل عشرين دقيقة.

- **الكائنات الحية الحيوانية:** يقطن في التربة تنوع ضخم من عشائر

الكائنات الحية الحيوانية، بعضها كبير الحجم يُرى بالعين المجردة، وبعضها دقيق الحجم لا يرى بالعين المجردة. ولكل دورة في نظم الزراعة النظيفة، جنباً إلى جنب مع الكائنات الحية النباتية، والجميع ينشط في تناغم أحيائي مؤداه إتمام دورات العناصر في كافة النظم البيئية.

■ **الحيوانات الكبيرة:** تعيش في الطبقة السطحية للتربة نوعيات متباينة من الحيوانات كبيرة الحجم مثل القوارض والقواقع وأكلات الحشرات والحشرات وذوات الألف رجل وذوات المائة رجل والعناكب وديدان الأرض.

ومن أهم القوارض التي تسكن التربة السناجب والفئران التي تتغذى على النمل. وينصب نشاط القوارض على طحن ونقل كميات كبيرة من التربة وخلطها وتجنسها، كما أنها تتغذى على المواد العضوية في التربة وتهضمها داخل أجسامها وتعيدها مرة ثانية للتربة في صورة مواد عضوية ومعدنية بسيطة التركيب. كما أنها تحفر الأنفاق دوماً في كل بقاع التربة مما يزيد من التهوية وبالتالي من نشاط الكائنات الحية الدقيقة بها.

ويقطن التربة تنوع أحيائي ضخم من الحشرات، قد تصل أعدادها إلى مليون نوع، البعض منها له دور هام في تحليل المواد العضوية مثل النمل والخنافس وذوات الذنب. وهي تساعد على تكوين الدوبال ونقله من مكان إلى مكان آخر. وهناك من حشرات التربة ما يتغذى على الأنسجة النباتية ويحللها مثل الحشرات ذوات الألف رجل وقمل الخشب. وفي بعض الأحيان تفترس الحشرات غيرها من الحشرات الأخرى وتحللها إلى مواد عضوية بسيطة تضيف إلى خصب التربة.

وتعيش بعض أنواع الحشرات داخل التربة ولا تخرج منها طيلة حياته إلا لفترات قصيرة متفرقة تحت ظروف المناخ الرطب. وعندما تعيش بالقرب من سطح التربة تتسم بحاسة إبصار نافذة وتكون عادة ملونة، بينما

تفقد الإبصار والألوان عندما تقطن على عمق داخل القطاع الأرضي. وعادة ما تشق الحشرات، مثل حشرة الحفار، لنفسها طرقاً في أغوار التربة مما يجعل التربة مثل الإسفنج. ومن أشهر حشرات التربة النمل، حيث يوجد منه أكثر من مائة نوع من أشهرها النمل الأبيض ونمل الفطر.

ولا يأتي الأثر المفيد لحيوانات التربة كبيرة الحجم، في نظم الزراعة النظيفة، من فعل كائن مفرد بل من تضافر جهد عشائر متباينة من الكائنات الحية الحيوانية تتخذ من التربة الزراعية سكناً لها.

وهناك كثير من التأثيرات المعاكسة التي تسببها حيوانات التربة للنظام البيئي الزراعي. فقد سجلت خسائر فادحة في غلة المحاصيل بسبب الحيوانات القارضة والجرذان. كما يضر النمل بشدة بالنباتات، وتصاب جذورها بالنيماتودا مما يسبب خسائر فادحة في المحصول.

■ **الحيوانات الدقيقة:** تضم بصفة رئيسة الديدان الثعبانية أو النيماتودا والبروتوزوا والحيوانات الدقيقة الدوارة، وكلهم من الكائنات الحية المجهرية التي لا تري بالعين المجردة.

■ **النيماتودا:** وتتواجد في كل أنواع الأراضي بأعداد كبيرة قد تصل إلى ٥٠ دودة في كل جرام من التربة، تعادل ٤٥ مليون دودة في الطبقة السطحية لكل فدان (الشكل رقم ٢٣).

وهي ديدان مستديرة مغزلية الشكل وذات ذيل مدبب. وهناك ثلاث مجموعات من أنواع النيماتودا، تضم المجموعة الأولى الديدان التي تتغذى على المواد العضوية، وتضم المجموعة الثانية الديدان تفترس غيرها من الديدان الثعبانية، وتضم المجموعة الثالثة الديدان المتطفلة التي تهاجم جذور النبات وتعيش داخل أنسجته. وتتواجد كلتا المجموعتان الأولى والثانية بكثافة عالية في التربة مقارنة بالمجموعة الثالثة

- **البـروتــوزوا:** تعـتـبـر من أبسط أشكال الحيـاة الحـيـوانيـة، فـهي كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية يتراوح حجمها ما بين بضعة ميكرونات إلى خمسة ملليمترات، ويصل عدد أجناس البروتوزوا المعروفة الآن نحو ١٥ ألف نوع تتباين فيما بينها من حيث الشكل والحجم وطريقة التكاثر.

وتتكاثر البروتوزوا بطريقة الانقسام الثنائي البسيط الذى يبدأ بانقسام نواة الخلية البالغة إلى نواتين ثم ينشطر جسم الحيوان إلى جزئين، يحتوي كل منهما على نواة ويعيش مستقلاً بذاته. وتلجأ بعض أنواع البروتوزوا عند تعرضها لظروف غير ملائمة إلى تكثيف البروتوبلازم الموجود بها وإحاطته بجدار سميك مكونة ما يعرف بالحوصلة التي يكمن داخلها الحيوان ساكناً حتى تتحسن الأحوال فتنفجر ويخرج منها الحيوان ليمارس حياته العادية مرة ثانية. ولا يمكننا أن نعتبر التحوصل طريقة من طرق التكاثر مثل الانقسام الثنائي البسيط حيث أن الحوصلة الواحدة يخرج منها حيوان واحد فقط، ولكنها بلا ريب إحدى وسائل حفظ النوع.

ومن النادر أن يحدث التكاثر الجنسي في البروتوزوا، وإن كان نفر من العلماء قد أشار إلى حدوثه في بعض أنواع منها، ووصفوه بأنه يتم باتحاد خليتين مع اندماج مادتهما النووية والخلوية ثم تكوين جراثيم لا تلبث أن تتابع تكاثرها بطريقة الانقسام الثنائي البسيط. وتقسم البروتوزوا بناء على حركتها وتكوين الحوصلة بها من عدمه إلى الطوائف الآتية:

- **طائفة ذوات الأرجل الكاذبة:** تتحرك بواسطة امتداد من البروتوبلازم تعرف بالأرجل الكاذبة.
- **طائفة ذوات الأسواط:** تتحرك بواسطة سوط أو أكثر يغطي الخلية.
- **طائفة ذوات الأهداب:** تتحرك عن طريق الأهداب التي عادة ما تكون موزعة على جسمها بالتساوي أو قد تظهر متمركزة في مناطق معينة دون غيرها (الشكل رقم ٢٤).

■ **طائفة ذوات الجراثيم:** وهي البروتوزوا غير القادرة على الحركة والتي عادة ما تكون متطفلة.

وتنتشر البروتوزوا انتشارا واسعاً في مختلف النظم البيئية، فهي تعيش في مياه الأنهار والمحيطات والبرك وفي الطبقات السطحية من التربة الزراعية، بجانب تواجدها في أمعاء الكثير من الحيوانات. وعلى الرغم من الدور المفيد الذي تلعبه البروتوزوا في زيادة خصب التربة، إلا أن الكثير من أفرادها يسبب المرض للإنسان والحيوان.

وقد عزل العلماء أكثر من ٢٥٠ نوعاً من البروتوزوا تتغذى أغلبها على المواد العضوية في التربة، ويلتهم البعض منها البكتيريا.

■ **الحيوانات الدوارة الدقيقة:** تعيش في التربة الرطبة، وتظهر تحت المجهر على هيئة أقراص تحمل دوائر منتظمة من الأسواط وتتحرك مثل العجلة الدوارة. وتجذب تلك الأهداب المواد العضوية من المحلول الأرضي للتربة وتحللها داخل خلاياها قبل أن تطلقها مرة أخرى في صورة مركبات عضوية بسيطة التركيب.

■ **الديدان الأرضية:** تتشكل الديدان الأرضية على هيئة حلقات تصل ما بين ٢٠٠-٣٠٠ حلقة في الدودة الواحدة تتكرر في كل حلقة كافة الأعضاء الداخلية للدودة. ويوجد على كل حلقة أربعة زوائد شوكية متصلة بعضلات تحركها وتساعدها على حفر الأنفاق في التربة في جميع الاتجاهات. كما أنها مزودة بعضلات أخرى تمكنها من زيادة أو نقص طولها أو حجمها. وتستطيع الديدان الأرضية تكوين شرانق تمكنها من مجابهة الظروف البيئية المعاكسة من جفاف ودرجات حرارة غير مناسبة، وقد يطول بقاؤها في الشرنقة عدة سنوات.

وتنتشر الديدان الأرضية في التربة جيدة الصرف الغنية في المواد العضوية، يصل عددها إلى عدة ملايين دودة في الفدان الواحد. وهي

تساهم بصورة فعالة في خلط طبقة التربة السطحية، وتستطيع أن تنقل قرابة ٥٠ طن من الطبقة تحت السطحية للتربة وتمزجها مع التربة السطحية كل عام. وتعتبر وفرة الديدان الأرضية في التربة من مؤشرات ارتفاع مستوى خصوبتها، طالما أنها تدعم بناء التربة وتزيد كمية الحبيبات المجمعة بها، ناهيك عن تغذيتها على المواد العضوية إلى تتحلل داخل أجسامها وتخرج مرة أخرى إلى التربة في صورة صالحة يمكن للنباتات امتصاصها. وتقدر كمية التربة التي تلتهمها الديدان الأرضية وتمر في قناتها الهضمية وتتعرض لفعل الإنزيمات الهاضمة المختلفة بنحو ١٥ طن للفدان (الشكل رقم ٢٥).

ويصل وزن متبقيات الديدان الأرضية إلى قرابة ٨ طن لكل فدان تحتوى على كميات كبيرة من النيتروجين والكالسيوم والماغنسيوم والفسفور وغيرها من باقى عناصر غذاء النبات.

ومع حركة الديدان الأرضية في التربة صعوداً وهبوطاً تتكون بها العديد من الأنفاق الدقيقة التي تدعم تهوية التربة وتجديد الهواء بها مما ينعكس بالفائدة على نشاط ومستوى فاعلية الكائنات الحية الدقيقة الهوائية القاطنة بها.

وتفضل الديدان الأرضية التربة الرطبة خفيفة القوام الغنية بالمواد العضوية ويندر تواجدها في التربة الرملية ولاسيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، وهي تتأثر بشدة بالتسميد العضوي الذي يزيد من تعدادها حتى ١٣ ألف دودة في الفدان من التربة المسمدة عضوياً. وبصفة تقريبية، وباعتبار أن متوسط وزن الدودة الأرضية نصف جرام، يتراوح وزن الكتلة الحية لديدان الأرض بين ٧ - ٥٠٠ كيلوجرام في الفدان.

■ **الفيروسات:** تظهر الفيروسات تحت المجهر الإلكتروني على شكل كرويات أو عصى صغيرة للغاية وتتباين في أحجامها بدرجة كبيرة

حيث تتراوح ما بين ٠,٠٠٨ ميكرون في الأنواع الصغيرة لتصل إلى ٠,٥ ميكرون في الأفراد الكبيرة. وتقسم الفيروسات إلى ثلاثة مجموعات رئيسة حسب نوع العائل الذى تتطفل علية وطبيعة الحامض النووي المكون لها وهي الفيروسات الحيوانية والفيروسات النباتية والفيروسات البكتيرية. وتتكون الفيروسات الحيوانية ومعظم الفيروسات النباتية من الحامض النووي ريبونيوكليك، بينما يتركب القليل من الفيروسات النباتية من الحامض النووي ديزوكسي ريبونيوكليك. ويمكن بسهولة أن نحصل على كمية كبيرة من الفيروسات النباتية، بعكس الفيروسات الحيوانية التي يصعب منالها، مما جعل معظم الدراسات والبحوث تتجه صوب الفيروسات النباتية.

وتتركب الفيروسات البكتيرية، التي تعرف بالبكتيريوفاج، من الحامض النووي ديزوكس ريبونبوكليك. ويظهر البكتيريوفاج على شكل رأس منشورية يتراوح طولها ما بين ٦٥ - ٩٥ ملليميكرون ويلتصق في مؤخراتها ذيل قطره ٢٥ ملليميكرونا ويختلف في طوله ما بين عدة ملليميكرونات قليلة حتى ١٠٠ ميلليميكرون (الشكل رقم ٢٦).

وتبدأ دورة حياه الفيروس البكتيري بالتصاقه عن طريق الذيل على سطح الخلية البكتيرية ثم إذابته لجدار الخلية في مكان الالتصاق ورحيل مادته النووية من داخل غلافها البروتيني إلى داخل الخلية البكتيرية. وما أن يستقر الحامض النووي القادم من الفيروس داخل الخلية البكتيرية حتى نجده يحل محل الحامض النووي البكتيري الذى يوجه جميع المسارات الأحيائية ويعدلها إلى تكوين ملايين الوحدات المشابه له، ثم يحيط كل حامض نفسه بجزء من بروتين البكتيريا مكوناً غلافاً واقياً حوله ثم يخرج من الخلية البكتيرية بعد هلاكها ملايين من الفيروسات تجد في البحث عن خلايا بكتيرية لأخرى لتعيد دورة حياتها.

ويمكن مشاهدة الفيروس البكتيري بتجربة بسيطة نزرع فيها سلالة

من البكتيريا المرضية داخل طبق بتري على بيئة مغذية مناسبة مع إضافة قليل من مياه الصرف الصحي الحاوية للفيروسات. ونحفظ الأطباق عند درجة ٣٧ مئوية لمدة ٢٤ ساعة، ونفحصها لنرى بها من بقع شفافة خالية من النمو البكتيري الذى يغطي كافة أرجاء الطبق. تلك البقع هي المناطق التي هلكت فيها البكتيريا بفعل الفيروس.

ولابد لنا من وقفة قصيرة هنا... هل هذا التكوين الذي يقف بين مملكة الأحياء وعالم الجماد، حياً أم غير حي؟، وماهية الحياة والموت؟. فالفيروس داخل الخلية الحية يمارس الكثير من مظاهر الحياة، بينما هو خارجها يتبارى مع المركبات المتبلورة في خصائصها. وثمة ظاهرة هامة في الفيروس وهي أنه يفقد القدرة على الحياة بمجرد فقده لغلافه البروتيني، وعندما يعاد إليه تعود معه مظاهر الحياة. إن الكائن الحي كما عرفه عالم الفيروسات لوريا هو ذلك الكائن الذي يمكنه الاحتفاظ بتركيبه البنائي خلال دورة حياته، وينطبق هذا على الفيروسات.

- **كيف تحيا الكائنات الحية الدقيقة**

استطاع الإنسان أن يميز بفطرته منذ الأزل بين الأحياء وما دونها مما خلق الله سبحانه وتعالى حتى أكتشف عالم الكائنات الحية الدقيقة بأفراده المتنوعة وظهرت من بينها كائنات حية غاية في الصغر لم يخطر ببال بشر على مر العصور أنها من الأحياء مثل الفيروسات، مما بلبل أفكار الناس وقلل من قدراتهم على التمييز بين الأحياء والجماد، وأضحى مفهوم ماهية الكائن الحي غير محدد بين الفلاسفة والعلماء وعامة الناس، كل يفسره على هواه.

ويشترط العلماء لوصف أي كائن بالحياة أن يتسم بالصفات الأساسية الآتية:

- **التمثيل الغذائي (الأيض):** يشمل جميع التفاعلات الأحيائية التي تجرى داخل الخلية من بناء وهدم وتنساب من خلالها الطاقة الضرورية لحياة الكائن الحي.
- **النمـــو:** هو النتيجة المباشرة لعمليات التمثيل الغذائي، حيث يزداد الكائن الحي في الحجم، وعادة ما يصاحب ذلك وفي نفس الوقت تغيراً في شكله ووزنه.
- **التكاثـــر:** أهم ما يتصف به الكائن الحي، حيث أن الأحياء قادرون بذاتهم على إنتاج كائنات حية أخرى مشابهة لهم تحمل صفاتهم، ولها القدرة على توريثها للأجيال التالية. وقد يحدث في بعض الأجيال تغير في صفات الكائن الحي يعرف بالطفرة، وهي صفة من الممكن أن يتسم بها غير الأحياء.

وقد يخطر على البال أن كل كائن حي يعيش على سطح الكرة الأرضية بطريقة مستقلة مختلفة عن غيره من سائر الأحياء، أو أن النباتات لها طريقة في الحياة تخالف طريقة الحيوانات أو الطريقة التي تحيا بها الكائنات الحية الدقيقة غير أن تلك الصورة ليست صحيحة تماماً، فالحياة في كافة صورها النباتية والحيوانية والدقيقة تسري في الخلايا الحية على وتيرة واحدة وإن كان هناك بعض الاختلافات في المسالك الأحيائية، إلا أن الأساس واحد لجميع الكائنات الحية.

وبالنظرة المتعمقة لعلاقات الأحياء ببعضها البعض، نجد بين أيدينا دورة محكمة تجري فيها الحياة على سطح الأرض تشارك فيها جميع الكائنات الحية، كل له دور يؤديه بدقة بالغة لا يحيد عنه، حتى لا يختل التوازن الكوني وتختل الأمور وربما تقف عجلة الحياة على سطح الكرة الأرضية.

تبدأ دورة الحياة على سطح الكرة الأرضية بسقوط أشعة الشمس على

المادة الخضراء (الكلوروفيل) المنتشرة في النباتات والعديد من الكائنات الحية الدقيقة (الطحالب) لتتحول داخل خلاياها من طاقة ضوئية إلى طاقة كيميائية يستغلها الكائن الحي في تخليق بعض المركبات البسيطة التي سرعان ما تدخل في شبكة معقدة من مختلف المسارات الأحيائية تستخدم فيها مختلف العناصر المغذية، مخلقة العديد من عناصر الحياة كالبروتينات والدهون وغيرها. ويتغذى الحيوان على النباتات وعلى غيره من الحيوانات ويعيد تكسير مركباتها داخل خلاياه حتى تنساب منها الطاقة التي يستخدمها في مختلف مظاهر حياته. وبعد أن تموت النباتات والحيوانات، بل وأحياناً كثيرة في أثناء حياتها، تنمو عليها الكائنات الحية الدقيقة مستخلصة ما بها من طاقة وتعيدها إلى مكوناتها الأولية التي سرعان ما تجد طريقها إلى التربة. وتنمو عليها نباتات جديدة تعيد دورة الحياة مرة أخرى وهكذا.

ويبدو لنا واضحاً جلياً من خلال هذا الإطار العام لعلاقة الكائنات الحية ببعضها البعض أن الخلية الحية هي الأساس الأول للحياة وهي المسرح التي تجري على خشبته جميع صور النشاط الأحيائي. ولقد أكد العلم الحديث هذا الرأي حيث قدر العلماء عدد التفاعلات الأحيائية التي تجرى في الخلية بما لا يقل عن ألفين عملية أحيائية في نفس الوقت وفق نظام رائع بديع.

وكي نصل إلى إجابة شافية عن كيفية حياة الكائنات الحية الدقيقة، تنير أمامنا الطريق كي نستوعب دور الكائنات الحية الدقيقة في الحياة وفي نظم الزراعة النظيفة، دعنا نفحص مكونات خلية حية ولتكن خلية بكتيريا إذا ما نظرنا إليها من خلال المجهر الإلكتروني.

ويوضح الشكل رقم (٢٧) أن الخلية البكتيرية مثلها مثل أي خلية أخري

تتركب من بروتوبلازم يحتوي على سيتوبلازم يحيطه غشاء سيتوبلازمي رقيق ويغلفه من الخارج الجدار الخلوي الذي قد تحميه كبسولة تكونها بعض أنواع البكتيريا . ويوجد وسط السيتوبلازم منطقة كبيرة يتمركز فيها السائل النووي تعرف بالمنطقة النووية، وهي البديل للنواة المتطورة في الخلايا الحية الأخرى. ولا يظهر في الخلية البكتيرية أي فراغات داخل السيتوبلازم، بل تتواجد بها بعض المواد الغذائية المخزنة التي تختلف في طبيعتها حسب نوع البكتريا . وفي بعض الأنواع المتحركة من البكتريا تنشأ الأسواط من داخل السيتوبلازم، وتمتد إلى خارج الخلية حيث تؤدي دورها في حياة الميكروب.

ولكي يستطيع أي كائن حي دقيق النمو يجب أن يتحصل من الوسط النامى فيه على جميع العناصر الغذائية الضرورية التي تتطلبها سائر العمليات الأحيائية داخل خلاياه، مع توفر مصدر طاقه مناسب يستغله في مختلف مظاهر حياته.

وتحتاج الكائنات الحية بصفة عامة إلى العديد من العناصر الغذائية كي يصير نموها على الوجه الأكمل. ومن العناصر الغذائية ما يقوم بدور بنائي في الخلية أى يدخل في تركيب مكونات الخلية الحية، ومنها ما يقوم بدور وظيفي أى يسير الحياة داخل الخلية، وهناك في نفس الوقت من العناصر ما يقوم بكلا الدورين، مما يوضح لنا مدى تعقد وتداخل مختلف المسالك الأحيائية داخل خلايا الكائنات الحية.

وتنقسم العناصر الغذائية إلى مجموعتين، الأولى يتطلبها الكائن الحي بكميات كبيرة وتعرف بالعناصر الكبرى مثل الإيدروجين والأكسجين والكربون والنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكبريت والكالسيوم والماغنسيوم، والثانية يتطلبها الكائن الحي بكميات صغيرة وتعرف بالعناصر الصغرى مثل الزنك والحديد والمنجنيز والنحاس والموليبدنم البورون

والكوبالت. ولا يجب أن نفهم من هذا التقسيم أن الكائن الحي الدقيق يمكنه الاستغناء عن أي عنصر من تلك العناصر ولاسيما العناصر الصغرى، فالعناصر كلها ضرورية للكائن الحي ولا يمكن أن تقوم له قائمة في غياب أى منها. وعلى سبيل المثال فالكائنات الحية الدقيقة لا تستطيع النمو في بيئة خالية من عنصر الحديد مثلها مثل البيئة الخالية من عنصر الفسفور، على الرغم من أن نسبة الاحتياج من العنصر الأول إلى العنصر الثاني في الفطريات تبلغ ١: ٥٠٠٠ مرة، فلكل عنصر دوره في الحياة.

وبجانب توفر تلك العناصر الغذائية، فإن بعض الكائنات الحية الدقيقة يتطلب نموها توفر بعض المركبات العضوية في البيئة التي تنمو بها حيث لا يتسنى لها أن تخلقها بنفسها داخل خلاياها، وتعتبر من ضرورات حياتها. ويطلق على تلك المواد عوامل النمو التي عادة ما يتطلبها الكائن الحي الدقيق بكميات صغيرة بمقارنتها باحتياجاته النيتروجينية والكربونية ومن أمثلة تلك العوامل الأحماض الأمينية والفيتامينات.

وتتفاوت مصادر ونوعية غذاء الكائنات الحية الدقيقة، فبعضها يحصل عليها من مصادر عضوية، في حين يحصل عليها البعض الآخر من مصادر غير عضوية. وفي نفس الوقت هناك من الكائنات الحية الدقيقة ما يبالغ في احتياجاته الغذائية ويرفض النمو في وجود أي غذاء أخر عما اعتاد عليه من غذاء. فنرى بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تتغذى على المواد المعدنية ترفض تماماً النمو في وجود أية أثار للمركبات العضوية في الوسط النامية حيث تعمل كمثبطات لنموها.

وبجانب العناصر الغذائية تحتاج الكائنات الحية الدقيقة إلى مصدر طاقة مناسب يمكنها من تسيير مختلف مسارات الحياة داخل خلاياها. فحين نجد أن الطحالب وبعض النباتات الأولية والبكتريا القادرة على التمثيل الضوئي تحصل على طاقتها من ضوء الشمس، فإن كافة الكائنات

الحية الدقيقة الأخرى الخالية من الكلوروفيل لا تستطيع ممارسة عملية التمثيل الضوئي. ولذا يصبح لزاماً عليها أن تحصل على الطاقة اللازمة لحياتها بطريقة كيميائية أحيائية أخرى من خلال عمليات الأكسدة أثناء التنفس الهوائي والتنفس اللاهوائي والتخمر. واستناداً إلى ذلك، تقسم الكائنات الحية الدقيقة طبقاً لنوعية غذائها ومصدر طاقتها إلى المجموعات التالية:

- **الكائنات الحية الدقيقة ذاتية التغذية:** تضم الكائنات الحية الدقيقة التي تحصل على غذائها الكربوني من المصادر المعدنية الخالصة، وهي تقسم حسب مصدر طاقتها إلى:
- **طاقة ضوئية:** تشمل الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تخزنها في خلاياها وتسير بها حياتها.
- **طاقة كيميائية:** تضم الكائنات الحية الدقيقة التي تعجز عن استعمال الطاقة الضوئية وتحصل على الطاقة اللازمة لحياتها من خلال عمليات أكسدة المواد المعدنية.
- **الكائنات الحية الدقيقة غير ذاتية التغذية:** تضم الكائنات الحية الدقيقة التي تحصل على غذائها الكربوني من المواد العضوية وتستطيع في نفس الوقت أن تتغذى على كل من النيتروجين العضوي والمعدني. وتقسم تلك المجموعة من الكائنات الحية الدقيقة حسب مصدر طاقتها إلى:

- **طاقة ضوئية:** تضم مجموعة الكائنات الحية الدقيقة التي تستغل الطاقة الضوئية في تسيير أمور حياتها.
- **طاقة كيميائية:** تضم الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بأكسدة المركبات العضوية داخل خلاياها وتحصل منها على الطاقة.

ويحتوي كل كائن حي على كميـة من الطاقة تقاس بمدى قـدرته على القيام بعمل ما، وتتواجد تلك الطاقة بداخله على صورتين، طاقة حرة يمكن له أن يستفيد منها في إدارة العمليات الأحيائية في خلاياه، وطاقة داخلية ترابط داخل المركبات الكيميائية، وعادة لا يستغلها الكائن الحي في أمور حياته. وفي أى تفاعل أحيائي غالباً ما نجد فرقا بين كمية الطاقة الحرة للمواد الناتجة من التفاعل والمواد الداخلة فيه، إما بالزيادة أو بالنقص إلا في بعض الأحيان القليلة التي يتساوى فيها مقدار الطاقة الحرة على جانبي التفاعل. وللتغير في الطاقة الحرة في أى تفاعل أحيائي مغزى هام، فلو كان التغير في الطاقة الحرة بالزيادة، فعندما تكون كمية الطاقة الحرة في المواد الناتجة من التفاعل أكبر من كمية الطاقة الحرة للمواد الداخلة في التفاعل، يدل هذا على أنه كي يتم مثل هذا النوع من التفاعلات يتحتم على الكائن الحي أن يوفر له مصدر طاقة خارجي.

وعلى العكس من ذلك فإذا كانت الطاقة الحرة للمواد الناتجة من التفاعل أقل من الطاقة الحرة للمواد الداخلة في التفاعل، فإن مثل هذه التفاعلات تنساب منها الطاقة. وفي حالة ما إذا كانت كمية الطاقة الحرة في المواد الناتجة من التفاعل معادلة لكمية الطاقة الحرة في المواد الداخلة في التفاعل، فإن هذا يعني أن مثل هدا التفاعل الأحيائي لا يحتاج ولا يصاحبه أى تغير في الطاقة.

وهنا قد يتبادر إلى الذهن سؤال هام، فطالما أن الخلية الحية تعج بالعديد من التفاعلات الأحيائية المتباينة، بعضها يتطلب طاقة خارجية، في حين ينساب من البعض الأخر فائض من الطاقة، فما مصير تلك الطاقة، وما هو النظام الذى يوفق بين مختلف أنواع التفاعلات داخل الخلية. ويسير الكائن الحي حياته وفق نظام بديع أحكم تخطيطه ولا يمكن أن يحيد عنه، فقد خلق الله سبحانه وتعالى داخل خلايا الكائنات الحية من النظم ما يكفل لها تخزين الطاقة لحين الحاجة إليها. فالخلية الحية تقوم

بتخزين أي كمية من الطاقة تنساب خلال العمليات الأحيائية على هيئة رابطة فسفورية ذات طاقة عالية، بتحويل وحدة من المركب أدينوزين ثنائي الفوسفات إلى المركب أدينوزين ثلاثي الفوسفات الذى يسهل تحلله بسرعة في الاتجاه العكسي عند الحاجة إلى الطاقة في أى بقعة من بقاع الخلية، ثم يعود إلى سيرته الأولى على هيئة أدينوزين ثنائي الفوسفات وهكذا. ومن هذا يتضح أن الآدينوزين ثلاثى الفوسفات يعتبر بمثابة بطارية الخلية التي تقوم بإمداد الكائن الحي بما يتطلبه من الطاقة لتسيير مختلف مساراته الأحيائية.

وتحصل الكائنات الحية على الطاقة كما سبق أن ذكرنا إما من خلال عمليات الأكسدة الأحيائية أو التمثيل الضوئي باستخدام أشعة الشمس.

وتتم الأكسدة الأحيائية داخل الخلايا من خلال عمليات أكسدة يقوم فيها الكائن الحي بنزع الإلكترونات من المواد التي يؤكسدها، يصاحبها عمليات اختزال ينقل فيها تلك الإلكترونات إلى المواد التي يختزلها، ويصاحب عملية نزع الإلكترونات من المواد المؤكسدة انسياب الطاقة التي سرعان ما يخزنها الكائن الحي في روابط فوسفاتية. وبالنسبة لتيار الإلكترونات فانه ينتقل عبر العديد من النظم الأحيائية في الخلية حتى يستقر به المقام في نهاية المطاف عند المواد المختزلة. وتقسم سبل الحصول على الطاقة في الكائنات الحية حسب نوعية المستقبل النهائي للإلكترونات إلى:

- **تنفس هوائي :** يستخدم فيه الكائن الحي الدقيق أكسوجين الهواء الجوي كمستقبل نهائي للإلكترونات.
- **تنفس لا هوائي :** يستخدم فيه الكائن الحي الدقيق أكسوجين بعض المركبات المعدنية مثل النترات والكبريتات والفوسفات كمستقبل نهائي للإلكترونات.

- **تخمر:** يستخدم فيه الكائن الحي الدقيق أكسوجين بعض المركبات العضوية كمستقبل نهائي للإلكترونات.

وما أن يتوفر للكائن الحي الدقيق عناصر غذائه الضرورية بكميات تكفل له الحياة، مع مصدر طاقة مناسب يبدأ في تسيير عجلة الحياة داخل خلاياه من خلال العديد من المسارات الأحيائية المتداخلة، تلعب فيها الإنزيمات، وهي مركبات بروتينية متخصصة تقوم بدور العامل المساعد في التفاعلات الأحيائية، الدور الأساسي، فالخلية الحية بها العديد من الإنزيمات منها ما يقوم بتكسير المركبات الكبيرة إلى مركبات صغيرة، ومنها ما يقوم بتجميع المركبات الصغيرة في مركبات كبيرة. ومنها ما يقوم بالتنفس وغيره من مختلف مظاهر الحياة. ولكل إنزيم تركيب خاص ودور محدد يناط به وفق ما هو مستطر داخل نواة الخلية الحية.

وتسير التفاعلات الأحيائية داخل الخلايا في مسارات متباينة، وفي خطوات متتابعة، فهناك مسارات لتخليق الكربوهيدرات ومسارات لتخليق البروتينات ومسارات لتخليق الدهون والزيوت والفيتامينات وغيرها تسير جنباً إلى جنب في شبكة معقدة متداخلة.

ولا ريب أننا بتفهم كيفية سريان الحياة، في خلايا الكائنات الحية الدقيقة، التي يناط بها دور رئيس في نظم الزراعة النظيفة، يمكننا ضبط ممارستنا الزراعية بما يكفل إثراء منطقة جذور النباتات خاصة والتربة عامة بنوعيات مرغوبة من تلك الكائنات الحية الحقيقية. كما أن معرفتنا بمتطلبات حياة مختلف الكائنات الحية الدقيقة تمكنا من توفير البيئة التي تناسب نموها وتعظم عطائها وتهيئ لها من أمرها رشدا.

•• العلاقات بين الكائنات الحية الدقيقة في التربة

التربة الزراعية هي البيئة التي يعيش فيها تنوع ضخم من الكائنات الحية الدقيقة ويجري بها دوماً ملايين التفاعلات التي تعتبر مسئولة عن إتمام دورة الحياة في الطبيعة. ويظهر بين تلك العشائر الحية أشكالاً مختلفة من العلاقات تتبدل باستمرار مع تبدل الأحوال في التربة وحسب نوعية التنوع الأحيائي بين ثناياها فيما يعرف بالتوازن الأحيائي. وكافة الكائنات الحية الدقيقة تعيش في التربة متجاورة في نفس المكان، وتارة نجد علاقاتها ببعضها البعض متعادلة بمعنى أن يعيش كل منهما مع الأخر بدون أن يؤثر فيه بأي أثر نافع كان أو ضار، أو تعاونية يفيد كائن حي غيره عن طريق إعداد غذائه أو تحليل المواد السامة التي قد تكون موجودة في التربة وتحد من نموه، أو تكافلية وفيها يتعاون كائنان ويستجيب كل منهما لنمو الأخر ويفيده في نموه، أو تنافسية وفيها تتنافس الكائنات الحية الدقيقة على الغذاء أو المكان أو الهواء، أو تضادية وفيها يفرز كائن حي دقيق بعض المركبات في الوسط المحيط بالتربة بما يلائم نموه وفي نفس الوقت يحد من نمو غيره من الكائنات الحية الأخرى، أو تطفلية وفيها يكون الهجوم مباشراً كما في حالة تغذي بعض الكائنات الحية الدقيقة على غيرها من الكائنات الحية الأخرى.

تلك هي صورة عامة لمختلف الاحتمالات التي يمكن أن توجد وتحدد وتنظم علاقات الكائنات الحية في التربة الزراعية. وحتى تسير نظم الزراعة النظيفة صوب تحقيق أهدافها علينا مراعاة طبيعة تلك العلاقات بين الكائنات الحية الدقيقة بعضها البعض، والسعي نحو تسخير تلك العلاقات بما يعود بالنفع على الإنتاج الزراعي كماً ونوعاً.

وتدلنا الشواهد العلمية العديدة أن هناك تداخل يتسم بالتعقيد بين كل تلك العلاقات بعضها مع بعض محصلته إتمام دورة العناصر الطبيعية.

ويمكن أن تقسم العلاقات بين الكائنات الحية الدقيقة في التربة إلى قسمين رئيسين هما: علاقات تعاونية، وعلاقات تضادية. وتشمل العلاقات التعاونية صور التعادل والتعاون والتكافل، بينما تشمل العلاقات التضادية صور التنافس والتضاد والتطفل.

وتعتبر علاقات التعادل إحدى صور العلاقات بين الكائنات الحية التي تعيش خلالها في سلام ووئام مع بعضها البعض دون أن يكون هناك أي أثر ضار أو نافع من كائن حي تجاه كائن آخر، وتلك العلاقات كثيرة الحدوث في الطبيعة طالما أن كل كائن حي يقوم بدوره في الحياة، وتتوفر له مطالبه كاملة في الوسط الذي ينمو به. وفي ذات الوقت لا تتداخل تلك المطالب مع احتياجات غيره من الكائنات الحية الأخرى.

وهناك العديد من صور التعاون بين الكائنات الحية الدقيقة في التربة فبعضها هوائي بمعنى أنه لا يمكنه النمو في غياب الأكسجين الجوي، بينما البعض الآخر لا هوائي يعتبر الأكسجين من العناصر السامة التي قد تقتله وتمنع نموه. وبوجود هذين النوعين من الكائنات الحية في التربة تظهر بينهما إحدى صور التعاون، حيث يستهلك الكائن الأول الأكسجين من الوسط مما يفسح المجال أمام نمو الكائن الثاني. وهنا تكون الاستفادة من طرف واحد فقط، حيث يستفيد الكائن الحي الدقيق اللاهوائي من تلك العلاقة في حين أن الكائن الهوائي لا يستفيد منها.

وتتعاون الكائنات الحية الدقيقة في معيشتها عن طريق قيام بعضها بتحضير وإعداد غذاء البعض الآخر، فهناك من الكائنات الحية الدقيقة ما يقوم بتحليل المواد العضوية صعبة التحلل إلى مركبات أبسط يمكن لكائنات حية دقيقة غيرها أن تستعملها في غذائها. وكذلك هناك من الكائنات الحية الدقيقة ما يقوم بتحليل المواد السامة التي قد تكون موجودة في التربة وتعوق نمو غيرها من الأحياء.

وتعتبر إفرازات النباتات الراقية للعديد من المركبات الغذائية في المنطقة المحيطة بجذورها (الريزوسفير) إحدى صور التعاون بين الكائنات الحية التي تجعل أعداد الكائنات الحية الدقيقة في تلك البقعة تفوق مثيلاتها في المناطق الأخرى من التربة البعيدة عن جذور النباتات، وذلك ما تبتغيه نظم الزراعة النظيفة.

وفي أحيان كثيرة قد يزيد التعاون بين الكائنات الحية الدقيقة ويصل إلى درجة التكافل، وفيه يحدث تبادل منفعة بين الكائنين حيث يفيد كل منهما الآخر في نموه. وقد تصل تلك العلاقة أحياناً إلى حد عدم قدرة أي من الكائنين على النمو والاستمرار في الحياة في غياب الكائن الآخر. ومن أمثلة تلك العلاقة ما يوجد بين بعض أنواع الطحالب الخضراء التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي وبين بكتريا الأزوتوباكتر المثبتة لنيتروجين الهواء الجوي، حيث يمد الطحلب البكتريا بالمواد الكربوهيدراتية اللازمة له نظير إمدادها له بالمواد النيتروجينية.

وتظهر علاقات التكافل بوضوح بين النباتات البقولية وبكتريا ريزوبيوم المثبتة لنيتروجين الهواء الجوي، وهنا نجد أن الكائن الحي الدقيق يغزو جذر النبات البقولي ويكون عليه عقد جذرية (الشكل رقم ٢٨).

تقوم بتثبيت نيتروجين الهواء الجوي الذى يمد به النبات نظير إمداد النبات له بما يحتاجه من المواد الكربوهيدراتية. وفي هذه الحالة فإن تثبيت نيتروجين الهواء الجوي يرتبط بهذه العلاقة التكافلية للكائنين ولا يمكن أن يتم في غياب واحد منهما.

وكما سبق أن ذكرنا تعمل بعض الفطريات من نوع الميكروهيزيا كجذور لبعض النباتات عن طريق هيفاتها التي تتخلل الجذر الرئيس للنبات وتساعده في امتصاص غذائه من التربة. وبجانب تلك الصور هناك أيضاً علاقات مشاركة يقوم فيها كائنان بهدم وتكسير بعض المركبات الموجودة في البيئة التي لا يمكن لأي منها أن يحللها بمفرده.

ومن الناحية الأخرى فبجانب تلك الصور المختلفة للتعاون بين الكائنات الحية تحت الثرى توجد أيضاً وفي ذات الوقت صور تضاد يستطيع فيها كائن حي أن يوقف نشاط غيره من الكائنات الحية الأخرى سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

ويعتبر التنافس إحدى تلك الصور بين الكائنات الحية الدقيقة في التربة حيث تتنافس على المكان والغذاء والأكسجين. وعادة ما يتغلب كائن على أخر في هذا الصراع ويسود نوعه. وقد يحدث التنافس بين كائنات من نوع واحد أو بين كائنات من أنواع متقاربة أو متباعدة، وفي مثل تلك الحالات يقوم أحد الكائنين بتغير ظروف الوسط بحيث يجعله لا يتلاءم مع متطلبات نمو الكائن الحي المنافس له. وفي نفس الوقت تتيسر له ظروف المعيشة في هذا الوسط الجديد. وتسلك الكائنات الحية الدقيقة في سبيل تحقيق ذلك سبلاً شتى مثل تغير حموضة الوسط أو حالة التهوية به أو غيرها.

وتتغذى الكائنات الحية الدقيقة في التربة بعضها على بعض، فمثلاً نجد أن الغذاء المفضل للبروتوزوا هو البكتيريا، والحشرات تتغذى بشراهة على الفطريات، وبعض أنواع الفطريات تحارب وتقتل ديدان النيماتودا وكذلك نجد من الفيروسات ما يحلل خلايا البكتيريا والنبات والحيوان. وتستغل نظم الزراعة النظيفة تلك النوعية من العلاقات في المكافحة الأحيائية للآفات الزراعية.

ومن أكثر الطرق فاعلية في علاقات التضاد بين الكائنات الحية إفراز السموم وبعض منتجات عمليات التمثيل الغذائي مثل الكيتونات والكحولات والإسترات حيث يقوم أحد الكائنات الحية بإفراز سموم تقتل وتوقف نمو غيره من الأحياء. وفي بعض الأحيان نجد الكائن الحي الدقيق يفرز سموماً تحد من نموه الذاتي، وتعتبر المضادات الأحيائية من أهم تلك السموم التي

تفرزها الكائنات الحية الدقيقة في التربة لمحاربة أعدائها في الطبيعة كي تتمكن من الحياة ومن إتمام دورها في الكون.

وقد أكدت المشاهدات العديدة أن الكثير من الكائنات الحية الدقيقة في التربة لها القدرة على إفراز وتكوين المضادات الأحيائية خلال عمليات التمثيل الغذائي. وتحتل مجموعة الفطريات الشعاعية (الأكتينوميسيتات) الصدارة بين مجموعات الكائنات الحية الدقيقة في التربة في هذا الصدد، حيث دلت البحوث على أن أكثر من ٧٥٪ من سلالاتها المعزولة من التربة لها القدرة على تخليق مضادات أحيائية. وعلى سبيل المثال فقد تم عزل الأستربتوميسين والكلورامفينيبكول والأكسستراسكلين وغيرها من سلالات فطريات شعاعية تقطن التربة.

•• النشاط الأحيائي في التربة

لا جدال أن خصوبة التربة تحقق استدامة الحياة فوق الكرة الأرضية، غير أن تلك الخصوبة تتناقص دوماً مع زيادة غلة الأراضي الزراعية، ولاسيما تحت نظم الزراعة الكثيفة باستخدام الكيماويات الزراعية، ويصاحب ذلك تدني في نسبة المادة العضوية والعناصر الغذائية في التربة وتدهورها. وتحت تلك الظروف لا يتسنى تحقيق حتى استدامة الإنتاج الزراعي بسبب تدني النشاط الأحيائي في منطقة جذور النباتات من جراء غياب مقوماته الأساسية. وقد أنعكس ذلك بوضوح على فشل كثير من النظم البيئية الزراعية تحقيق غلة اقتصادية، مما ألجأ المزارعين إلى إضافة المزيد من الأسمدة المعدنية للتربة وأفضى إلى تداعيات معاكسة لا تخطئها عين من حيث تدهور البيئة ونوعية الغذاء ومدى صلاحيته للاستخدام الآدمي.

وفي غضون القرن الماضي تركز اهتمام علماء التربة بصفة رئيسة على

الصفات الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية للتربة. في حين لم تلق الصفات الأحيائية للتربة الاهتمام الكافي إلا خلال العقود القليلة الماضية. وأصبحت المفاهيم الحالية لا تعتد فقط بالصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة، بل أيضاً بعمليات تحول المادة العضوية إلى دوبال بواسطة الكائنات الحية الدقيقة.

وفي الوقت الراهن يرصد العلماء فاعلية الكائنات الحية الدقيقة بقياس تنفس التربة بمتابعة استهلاك الأكسجين أو انسياب ثاني أكسيد الكربون. كما تقاس تلك الفاعلية أيضاً بتقدير النشاط الإنزيمي في التربة إما بصورة عامة على هيئة إنزيم الديهيدروجينيز، وإما بصورة متخصصة على هيئة إنزيمات مثل الفوسفاتيز والنيتروجينيز والبروتيز وغيرها. وتؤكد تلك المؤشرات على تحول جذري في تفهم ماهية خصوبة التربة، والسعي لتنمية وتنشيط فعل الكائنات الحية بها، وهذا ولا ريب أهم ما تصبو إليه نظم الزراعة النظيفة.

الباب الثامن

التخصيب الاحيائي



الباب الثامن

التخصيب الأحيائي

قد يبدو لأول وهلة أن التربة الزراعية لا تزيد عن كونها خليطاً من المواد المعدنية والعضوية يسبح في المياه وتتخلله بعض الغازات. بيد أن ذلك التنظير ينافي الحقيقة، فالتربة الزراعية تأوي ملايين من الكائنات الحية الدقيقة وغير الدقيقة ويجري بين ثناياها تنوع ضخم من التفاعلات الأحيائية المتباينة يتم من خلالها إتمام دورات العناصر في الطبيعة وإعداد غذاء النباتات، وبالتالي رفع مستوى خصوبة التربة الزراعية.

وكل بقعة من التربة الزراعية يقطن بها تنوع من الكائنات الحية يتدرج ما بين أشكال الحياة الراقية من جذور النباتات والحيوانات الصغيرة والحشرات، وأشكال الحياة الدنيئة بصورها المتنوعة من بكتيريا وفطريات وطحالب وبروتوزوا وفيروسات. وتمثل عشائر الكائنات الحية الدقيقة ما لا يقل عن عُشر وزن التربة، فلا عجب بعد ذلك إذا ما سميت بالتربة الحية. وتقوم تلك الكائنات الحية الدقيقة التي لا ترى بالعين المجردة، بدور رئيس في الإنتاج الزراعي، لا يعرفه الكثير، ولاسيما تحت ظلال نظم الزراعة النظيفة.

ومع انتشار أساليب الزراعة النظيفة في مختلف بقاع العالم ظهرت فكرة إخصاب التربة بأنواع معينة من الكائنات الحية الدقيقة لها دور محدد ومعروف ومفيد لنمو النبات. وعلى الرغم من أن هناك ظلالاً من الشك يحاول بها البعض التقليل من أهمية المخصبات الأحيائية، إلا أن نتائج البحوث والتطبيقات الحقلية العديدة التي أجريت في هذا المجال

تشجع على المضي قدماً في سبيل تعميم تلك التقنية درءاً لمشكلات تلوث التربة والمياه والغذاء بفعل الكيماويات الزراعية.

ويفضل نفر من العلماء تحضير مخصب أحيائي خاص لكل محصول، تعزل محتوياته من الكائنات الحية الدقيقة من منطقة جذور نفس النبات، حتى تجد الوسط مناسباً لها تماماً عند إضافتها للتربة، وربما ينطبق هذا لدرجة ما أيضاً على جغرافية الموقع. ومازال استخدام الكائنات الحية الدقيقة المطورة وراثياً في إنتاج المخصبات الأحيائية محفوفاً بالمخاطر، ولا يوصى به في المرحلة الراهنة، حتى تستقر معايير الأمان في تلك التقنيات الأحيائية وتطمئن إليها قلوب العلماء قبل قلوب المنتفعين.

ويراعى في التطبيقات الحقلية عدم إقحام الكائنات الحية الدقيقة النافعة الوافدة إلى التربة مع المخصبات الأحيائية في آتون لا يوافق متطلبات نموها وبالتالي تنوء العملية بفشل ذريع. ويتطلب الأمر توفير نظام بيئي صالح لإيواء تلك الكائنات الحية الدقيقة الوافدة على التربة يوفر لها متطلبات نموها ويكفل لها السيادة والغلبة لتحقيق مهامها المرتقبة.

وعلى الرغم من قناعة عدد كبير من مزارعي الزراعة النظيفة بجدوى وفاعلية التخصيب الأحيائي للتربة، يرى البعض الأخر أن مجرد تسميد التربة عضوياً كاف جداً لتنشيط تلك النوعية من الكائنات الحية الدقيقة، وبالتالي فليس هناك مبرر مقبول للسعي نحو تعزيز تواجد تلك الكائنات الحية الدقيقة من خلال التخصيب الأحيائي. بيد أن نتائج البحوث والتطبيقات الحقلية للمخصبات الأحيائية أكدت أن كثافة تواجد الكائنات الحية الدقيقة المستهدفة كانت دوماً أكبر في التربة المخصبة أحيائياً. وما زالت نوعية وفاعلية الكائنات الحية الدقيقة النافعة التي سوف تنشط أو تعزز في أعقاب التسميد العضوي محل تساؤل، وقد لا تكون في مثل فاعلية تلك الوافدة مع التخصيب الأحيائي. كما أن التسميد العضوي قد

ينشط أيضاً بعض الكائنات الحية الدقيقة غير المرغوبة، ويترك الأمر للصراع الطبيعي بين مختلف الكائنات الحية الدقيقة حتى تستقر الأحوال عند مستوى ما من التوازن الأحيائي.

•• تغذية النبات

على مدى القرون الماضية بذل علماء النبات جهوداً فائقة لسبر أغوار آليات تغذية النبات بغية تطويرها وتحسينها بما يكفل زيادة غلة الأرض. وبمرور الوقت باتت الصورة أكثر وضوحاً وعرف العلماء أن العناصر المغذية تندمج في المكونين الصلب والسائل للتربة في صور شتى. ويحتاج النبات كي ينمو نمواً طبيعياً ويغل محصولاً وفيراً إلى توفر مجموعة من المتطلبات المتوازنة بكميات محددة وفي مواقيت معينة من مراحل نموه . وتنحصر تلك المتطلبات في الضوء والتثبيت الميكانيكي والحرارة والهواء والماء والعناصر الغذائية.

وعادة ما تتوفر كافة متطلبات حياة النبات في النظم البيئة الزراعية التي ينمو بها، حيث يحصل منها على متطلباته من الماء والهواء والضوء والحرارة، كما توفر له التربة التثبيت الميكانيكي الذي يحتاجه. وتبقى مسألة توفير عناصر غذاء النبات على مدار اليوم بكميات كافية ومتوازنة وفي صورة يمكنه امتصاصها المحور الرئيس لتقييم مستوى نجاح نظم الزراعة. وعند اختلال التوازن بين العناصر المغذية، يصير العنصر الناقص هو العامل المحدد للإنتاج الزراعي، طالما أن مستوى الإنتاج لا يمكن بحال من الأحوال أن يتعدى الحد الذى يسمح به أقل المتطلبات الرئيسة لنمو النبات تيسيراً. ومن أهم عوامل نجاح نظم الزراعة النظيفة تعظيم قدرة التربة على الوفاء بمتطلبات عناصر غذاء النبات وقتما يتطلبها، طالما أن عدم توفر عنصر معين للنبات وقت الاحتياج إليه يؤثر سلباً على غلة الإنتاج.

وقد تتواجد العناصر المغذية في التربة على صورة ذائبة يسهل للنباتات امتصاصها من المحلول الأرضي، بيد أن مقدارها لا يمكن بأي حال من الأحوال أن يلبي متطلبات المحاصيل، كما أنها تتعرض للفقد دوماً مع مياه الصرف، وعادة ما تفرط الكائنات الحية في التربة في استهلاكها. وقد توجد عناصر غذاء النبات على صورة مدمصة على غرويات التربة الصلبة ولا تستطيع النباتات امتصاصها مباشرة بل يجب لأن تتحول أولاً إلى صورة ذائبة في المحلول الأرضي من خلال عدة آليات أهمها التبادل والإذابة والتقييد.

- **التبادل:** ينساب غاز ثاني أكسيد الكربون من جذور النبات أثناء عملية التنفس ويذوب في المحلول الأرضي مكوناً حامض كربونيك يحيط بسطوح غرويات التربة حيث يتبادل أيون إيدروجين الحامض مع الكاتيونات المدمصة على سطح غرويات التربة مكونة ملح بيكربونات يذوب في المحلول الأرضي ويتأين ويلامس سطح الجذور ويتبادل مع الإيدروجين المنتشر على سطحها قبل أن ينفذ إلى داخل الجذور.
- **الإذابة:** تتحول عناصر غذاء النبات المرتبطة مع المكونات الصلبة للتربة إلى صورة ذائبة في المحلول الأرضي بفعل حامض كربونيك الناتج من ذوبان غاز ثاني أكسيد الكربون في المحلول الأرضي، وتزيد سرعة الذوبان بارتفاع درجة حرارة المحلول الأرضي.
- **التقييد:** عادة ما تفرز جذور النباتات نوعيات متباينة من مركبات مقيدة تنتشر في المحلول الأرضي وترتبط مع عناصر غذاء النبات غير الذائبة وتعيد توزيعها في منطقة الجذور.

وقد أزاح العلماء الستار عن العديد من الآليات التي تفسر كيفية ولوج الأيونات إلى داخل خلايا الجذور، بعضها ويعرف بالامتصاص السلبي لا يرتبط بالمسارات الأحيائية الجارية داخل الجذور، وبعضها الأخر، ويعرف

بالامتصاص الإيجابي، يرتبط بمستوى فاعلية تلك المسارات. ويتم الامتصاص السلبي من خلال ثلاث آليات رئيسة هي الانتشار والتوزيع والتبادل.

- **الانتشار**: يعتبر بمثابة التفسير الأكثر قبولاً لآليات الامتصاص السلبي للأيونات. ويتم بتساوي تركيز العناصر الغذائية في المحلول الأرضي من جراء انتقالها من البقاع الأكثر تركيزاً إلى البقاع الأقل تركيزاً. ويتحدد معدل الانتشار بالفرق بين التركيزين ويتناسب طردياً معه. ويتم الانتشار أيضاً عندما يكون تركيز العنصر الغذائي أكبر داخل خلايا الجذور منه في المحلول الأرضي. ويتأثر الانتشار بدرجة الحرارة من جراء اختلاف معدلات نفاذ الكاتيونات عن الأنيونات بالإضافة إلى فرق التركيز.
- **التوزيع**: يتم توزيع الكاتيونات والأنيونات على جانبي غشاء جدر خلايا الجذور بحيث يزداد تركيزها داخل الخلية كلما زاد تركيزها خارج الخلية في المحلول الأرضي بناء على اتزان الجهد الكهربائي الناتج عن الاختلاف بين نفاذ الكاتيونات ونفاذ الأنيونات. وهي عملية فيزيائية لا يبذل فيها النبات أي جهد.
- **التبادل**: يتحرك المحلول الأرضي داخل القنوات الواسعة والضيقة في جدار خلايا الجذور حيث تنتشر الجزيئات العضوية والأزواج الأيونية ويتم التبادل بينها وبين عناصر غذاء النبات.

ويتم الامتصاص الإيجابي للعناصر المغذية من المحلول الأرضي بمفردة بدون أى تنسيق مع الامتصاص السلبي، وفي أغلب الأحيان يحدثان في نفس الوقت. ويحتاج انتقال العناصر المغذية للنبات إيجابياً داخل خلايا الجذور إلى طاقة تحفظ العناصر المغذية الداخلة للجذور بداخلها وتحول دون خروجها مرة أخرى إلى المحلول الأرضي بفاعليات الامتصاص السلبي. وتتوفر تلك الطاقة أثناء ما يعرف بالتنفس الملحي للجذور. كما يرتبط تراكم العناصر المغذية داخل النبات بعمليات التمثيل الغذائي في الجذور.

•• عناصر غـذاء النبات

يوصف أي عنصر من عناصر غذاء النبات بأنه عنصر ضروري عندما يعجز النبات عن إتمام دورة حياته في غيابه، وعندما يمكن علاج أعراض نقصه بتوفيره للنبات (الشكلين رقمي ٢٩ ، ٣٠)، وعندما يكون تأثيره مباشراً على النبات. ولا ينشأ من تأثير غير مباشر مثل تنشيط الكائنات الحية الدقيقة. ويجب أن تتوفر عناصر غذاء النبات في التربة على صورة يسهل للنباتات الحصول عليها وبكميات مناسبة في إطار توازن دقيق بين كافة العناصر الغذائية الكبرى والصغرى.

ومن المؤكد أن النباتات تحتاج ما لا يقل عن ١٦ عنصراً غذائياً ضرورياً تحصل عليها جميعاً من الهواء والماء والتربة. ويحصل النبات من الهواء الجوي والماء على عناصر الكربون والإيدروجين والأكسجين، ويحصل من التربة على مجموعة العناصر المغذية الكبرى التي تتمثل في النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والكبريت، ومجموعة العناصر الصغرى التي تتمثل في الحديد والمنجنيز والبورون والموليبدنم والنحاس والزنك والكلور.

ومن الجدير بالذكر أن أنسجة النبات الغضة التي تتركب أساساً من الكربون والإيدروجين والأكسجين، التي يحصل عليها النبات من الهواء والماء أثناء عملية التمثيل الضوئي، تمثل ما بين ٩٥ – ٩٩,٥٪ من تركيبه، في حين أن الجزء المعدني الذي يمتصه النبات من التربة لا يتعدى ما بين ٥ – ٠,٥٪ فقط. ونعرض فيما يلي للعناصر الغذائية الضرورية ودورها في تغذية النبات:

- **الأكسجين:** يكون نصف المادة الجافة في النباتات، وله دور رئيس في عمليات التنفس وأكسدة واختزال العناصر الغذائية، كما أنه يتحد معها مكونا المواد العضوية والأكاسيد.

- **الكربون:** يستخدم في عملية التمثيل الضوئي لبناء المادة الحية وعادة ما يمتص النبات كميات كبيرة منه من الهواء الجوي على هيئة ثاني أكسيد كربون.
- **الإيدروجين:** يحصل النبات على عنصر الإيدروجين من الماء ويستخدمه مع الكربون والأكسجين في تخليق السكريات خلال عملية التمثيل الضوئي التي تتحول أحيائياً فيما بعد إلى تنوع ضخم من المركبات العضوية.
- **النيتروجين:** يوجد معظم النيتروجين في التربة على هيئة مركبات عضوية من البروتينات والأحماض الأمينية، كما يوجد أيضاً على هيئة أملاح الأمونيوم وأملاح النترات أو النيتريت. وتمتص جذور النباتات النيتروجين من التربة على صورتين إما على هيئة أمونيا أو نترات وقد تمتص الجذور أيضاً بعض الصور الأخرى.
- **الفسفور:** يوجد الفسفور في التربة على هيئة مركبات فوسفات كالسيوم أحادية وثنائية يمكن للنباتات امتصاصها، أو ثلاثية لا تستطيع النباتات امتصاصها. ويوجد أيضاً على هيئة مركبات عضوية مثل الفيتين والأحماض النووية والفوسفولبيدات. ويسهل تحلل الفسفور من المركبات العضوية وتحوله إلى صورة يمكن للمحاصيل امتصاصها، مقارنة بصور الفسفور المعدنية التي تواجه تفاعلات أكثر تعقيدا عند تحولها من صورة إلى أخرى. وعادة ما تتواجد الفوسفات في التربة غير المتعادلة في صورة غير صالحة لاستفادة النبات. ويتطلب الأمر مشاركة الكائنات الحية الدقيقة وجذور النباتات في تحويل كلتا صورتيهما المعدنية والعضوية إلى فوسفات أحادية أو ثنائية تستطيع النباتات أن تمتصها. ويدخل الفوسفور في تركيب الأحماض النووية والدهون والفوسفوليبيدات، وله دور رئيس في تحولات الطاقة في مختلف المسارات الأحيائية في الخلية.

■ **البوتاسيوم:** يوجد في التربة على هيئة معدنية في صخور الفلسبارات والميكا السوداء والبيضاء وسيلكات الألومونيوم المكونة لحبيبات الطين. وتتحول تلك المركبات على مدى طويل من الزمن إلى صور صالحة لامتصاص النباتات. وقد تمتص النباتات البوتاسيوم المنساب من تحلل معادن التربة، وقد يفقد بسهولة مع مياه الصرف إلى الطبقات السفلى من قطاع التربة بعيداً عن متناول جذور النباتات. ويحدث مثل هذا في نظم الزراعة الكيميائية عندما يضيف المزارعون السماد البوتاسي دفعة واحدة قبل الري. ومن الممكن أيضاً أن يدمص البوتاسيوم على غرويات التربة، التي تسعى نظم الزراعة العضوية إلى تعزيزها، ويحفظ على تلك السطوح حتى تمتصه جذور النباتات. ودور البوتاسيوم هام في التنفس وفي تمثيل البروتينات وفي تنشيط عمل الإنزيمات وفي تجميع المركبات ذوات الوزن الجزئي الصغير في مركبات عملاقة ذوات وزن جزئي كبير.

■ **الكالسيوم:** يوجد في التربة على هيئة معدنية في صخور الفلسبارات والهورنبلند والكالسيت والدولوميت. وينساب الكالسيوم من تلك الصخور ببطء شديد على مدى الزمن داخل نظام التربة المعقد. ويتوقف مصير الكالسيوم في التربة على عدة عوامل فقد يفقد مع مياه الصرف أو يدمص على غرويات التربة أو يتحول إلى مركبات عضوية داخل الخلايا الحية. وتمتص النباتات الكالسيوم في صورة أيونية حيث يدخل في تركيب بكتات الكالسيوم في الأوراق، وله علاقة وثيقة مع الخلايا المرستيمية التي يتكاثر بها النبات، كما أنه هام في تكوين الأزهار وعقد الثمار.

■ **الماغنسيوم:** يوجد في التربة على هيئة معدنية في صخور الميكا

والهورنبلند والدولوميت والسربنتين. ويشابه سلوك الماغنسيوم في التربة سلوك الكالسيوم لحد كبير. وتمتص النباتات الماغنسيوم في صورة أيونية، ويدخل في تركيب الكلوروفيل، وهو العنصر الأساسي في عملية التمثيل الضوئي. ويرتبط مع الفوسفور في دفع النشاط الإنزيمي في خلايا النبات.

- **الكبريت:** يوجد في التربة على هيئة مركبات معدنية مثل البيريت والجبس، ويتواجد أيضاً في مركبات عضوية متعددة. ويتعرض الكبريت في التربة لمجموعة كبيرة من التغيرات الأحيائية تقوم بها نوعيات عدة من الكائنات الحية الدقيقة. وتتحكم صفات التربة في نوعية تلك التحولات الأحيائية وبالتالي تؤثر بدرجة كبيرة على توفره بكميات يمكن للنباتات أن تستفيد منها. ويمتص الكبريت من التربة على هيئة كبريتات، كما يمتصه النبات من الجو على هيئة ثاني أكسيد الكبريت، ويحتاجه النبات بنفس الكميات التي يحتاجها من الفوسفور.

- **العناصر الصغرى:** تحتاج النباتات إلى كميات ضئيلة من عناصر المنجنيز والزنك والنحاس والبورون والموليبدنم والكلور بصفة رئيسة لتشغيل النظام الإنزيمي داخل الخلية. ولم يثبت حتى الآن ضرورة عنصري الكوبالت والفاناديوم للنباتات. وقد يكون لبعض الكائنات النباتات احتياجات خاصة من بعض العناصر مثل الدياتومات التي تحتاج لعنصر السليكون لبناء جدرها الخلوية. وقد يوضح تحليل أنسجة النباتات احتواءها على عدد من العناصر التي لا تعتبر ضرورية لنمو النبات.

•• خصوبة التربة من منظور أحيائي

تتحدد مستوى صلاحية عناصر غذاء النبات في التربة بعدة عوامل من أهمها كميات العناصر المغذية الكبرى والصغرى في التربة، والصور التي تتواجد عليها، وفاعلية آليات تغير صورها في التربة، ورقم الأس الإيدروجينى للمحلول الأرضي. وتختلف كمية العناصر المغذية الكبرى والصغرى ومستوى التوازن فيما بينها اختلافاً شاسعاً بين تربة وأخرى. ومما زاد الطين بلة ما سببته نظم الزراعة الكيمائية، على مدى العقود الماضية، من خلل شديد في التوازن الطبيعى بين عناصر غذاء النبات من جراء معدلات التسميد المعدني الضخمة التي لم يراع فيها محتوى التربة من كل عنصر. كما أن غالب التسميد المعدني يهتم فقط بإضافة عناصر النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم دون غيرها من العناصر المغذية الأخرى والتي قد يشح محتواها في التربة إلى مستويات تؤثر سلباً على نمو النباتات. وغالباً ما يتم التسميد المعدني في نظم الزراعة الكيمائية بناء على معدلات مسبقة متعارف عليها تضاف في مواقيت محددة، في غيبة إجراء أي تحاليل لمحتوى التربة والنبات من العناصر المغذية.

ويتوقف مستوى خصوبة التربة على قدرتها في تحويل الصور غير الصالحة لاستفادة النبات من العناصر المغذية إلى صور صالحة طالما أن معظم عناصر غذاء النبات توجد في التربة على صورة غير صالحة لامتصاص المحاصيل. وهنا يكمن الفرق الحقيقي بين نظم الزراعة الكيميائية التي تسعى إلى تكرار إضافة كميات كبيرة من الأسمدة المعدنية عادة ما يفقد أغلبها مع مياه الصرف ولا يستفيد منها النباتات وتخل بالتوازن الطبيعي بين العناصر الغذائية في التربة، وبين نظم الزراعة النظيفة التي تسعى إلى زيادة قدرة التربة على تحويل العناصر غير الصالحة لامتصاص النباتات إلى صور صالحة بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة.

ويبالغ المنظور الكيميائي لخصوبة التربة في تبسيط العلاقات المتداخلة بين السمات الكيميائية والفيزيائية والأحيائية، طالما أنه تبلور في زمن كانت المعلومات المتوفرة عن الكائنات الحية التي تقطن التربة قاصرة. ويرى المعنيون بالمنظور الأحيائي للتربة أن النموذج الكيميائي لا يمكن أن يحاكي مدى تباين المنظومة الأحيائية في الحركة وسرعة التغير.

وتقسم التربة من المنظور الأحيائي إلى مكونين، مكون حي نشط متغير ومكون خامل ثابت. ويتركب المعقد الحي النشط في التربة من الكائنات الحية الدقيقة والغرويات العضوية والمعدنية ومحلول التربة التي تتداخل مع بعضها البعض في مسارات متباينة معقدة. ويحدد المكون النشط صفات التربة ومستوى خصوبتها، ومن أهم ملامحه محتواه من النيتروجين العضوي الذى يغيب في الجزء الخامل من التربة ويؤثر بصفة مباشرة في نشاط الكائنات الحية القاطنة بها. ويجب النظر إلى المعقد المعدني العضوي الأحيائي كمنظومة تتضافر فيها مجموعة من المنظومات الصغيرة التي تكونت بفعل النشاط الأحيائي في التربة.

وهناك أربعة منظومات رئيسة تتواجد في المعقد العضوي المعدني الأحيائي. تتكون المنظومة الأولى من نطاق صغير يلتف حول المتبقيات البروتينية للنباتات والحيوانات في التربة وتقطن فيه الكائنات الحية الدقيقة المقيمة. وتتكون المنظومة الثانية من عدة نطاقات تحتوي على مواد عضوية غير نيتروجينية وتقطن بين ثناياها الكائنات الحية الدقيقة الدخيلة. وتتكون المنظومة الثالثة، وهي بمثابة المنظومة الرئيسة في التربة الخصبة من كائنات حية دقيقة متنوعة تشمل أعداداً كبيرة من البكتيريا الوافدة، وفيها يتم تحويل العناصر الغذائية إلى صورة صالحة لامتصاص النباتات، كما يتم فيها تثبيت نيتروجين الهواء الجوي وتحليل المواد العضوية. وتتكون المنظومة الرابعة من هيومات الكالسيوم الثابتة (هيومات بيتا) ونشاط الكائنات الحية الدقيقة بها محدود للغاية لغياب النيتروجين بها.

ومن المنظور الأحيائي يري العلامة باتريك ثلاثة أنواع من الأيونات في التربة. يشمل النوع الأول أيونات الصفائح المتبلورة التي توجد في مادة أصل التربة أو بالجزء المعدني منها. وتتحول تلك الأيونات إلى صورة صالحة لامتصاص النبات بسرعة بطيئة جداً، وهي تنساب دوماً في التربة من خلال عمليات التجوية الميكانيكية والحرارية والأحيائية وتصبح أيونات حرة في التربة أو على هيئة تجمعات متباينة. ويشمل النوع الثاني الأيونات المجمعة التي قد تكون ذائبة في الماء ولكنها ترتبط بالدوبال، وتعتبر بمثابة مخزون سرعان ما يتحول إلى صورة صالحة لامتصاص النباتات بفعل الكائنات الحية الدقيقة في التربة. وتشمل المجموعة الثالثة الأيونات الحرة وهي غير مرتبطة أو ذائبة في محلول التربة وتكون على درجات متفاوتة من الصلاحية لامتصاص النباتات.

وهناك توازن دقيق بين تلك الصور الثلاث من الأيونات، فعلى سبيل المثال تقدر النسبة بينها في تربة غنية بالدوبال (على هيئة عنصر البوتاسيوم بالكيلوجرام/ فدان) بنحو ٧٠٠٠٠ للأيونات المتبلورة و ١٠٠٠ للأيونات المجمعة و٥ للأيونات الحرة، في حين تقدر النسبة بين الأيونات المتجمعة والأيونات الحرة إلى ١/٢٠٠ .

ويرى العلامة باتريك أن تلك النسب ذات دلالة هامة لنمو النبات من المنظور الأحيائي لمستوى خصوبة التربة. ولا يمكن بلوغ تلك النسبة بمجرد تحلل المادة العضوية في التربة التي ترتبط بها الأيونات المجمعة والاكتفاء بالتسميد المعدني لتعزيز الأيونات الحرة. ومن المؤكد في هذا الصدد أن نشاط الكائنات الحية الدقيقة يعزز العناصر الغذائية ويجمعها داخل مسام التربة وفي الأيونات المجمعة مما يجعلها ميسرة لامتصاص النبات.

وهناك تعقيدات أخرى تحيط بسلوك الأيونات في النظام الأحيائي للتربة والنبات، منها على سبيل المثال ظواهر التضاد بين الصوديوم

والبوتاسيوم وبين الكالسيوم والماغنسيوم وبين النيتروجين والكبريت. وبذلك يؤدي إضافة بعض الأيونات إلى التربة إلى الإقلال من مدى صلاحية العناصر المضادة لها لامتصاص النباتات. ومما يزيد الطين بلة أن هناك نسب مثالية بين أزواج الأيونات المتضادة ناهيك عن أنواع معادن الطين التي تقل سعتها التبادلية، مثل الكاؤلينيت، لدرجة تحول دون قدرتها على الإمساك بتلك الأيونات.

وقد أدى تطبيق نظم الزراعة الكيميائية على مدى طويل من الزمن إلى تدمير قدرة التربة على الاحتفاظ بالأيونات المجمعة. فقد أدت الأيونات الحرة المنسابة من الأسمدة المعدنية إلى إفساد التوازن بين صور الأيونات المختلفة والإقلال من مستوى صلاحية الأيونات المدمصة على معادن الطين لامتصاص النباتات. ويسبب التضاد بين بعض الأيونات في دفعها بعيداً عن معدن الطين والزج بها في محلول التربة حيث تتحرك مع مياه الصرف ما لم تستطع جذور النبات أو الكائنات الحية الدقيقة امتصاصها على الفور. وبالتالي فنظم الزراعة الكيميائية لا تخل فقط بالنسبة بين الأيونات المجمعة والأيونات الحرة بل تخل أيضا بالنسبة بين العناصر المعدنية والأيونات الحرة والنسبة بين الأيونات المتضادة. وترتبط نظم الزراعة الكيمائية بضرورة إضافة المزيد من العناصر الكيماوية دوماً إلى التربة وفي أغلب الأحيان بمعدلات أكبر مما يحتاجها النبات النامي. وأغلب تلك الإضافات تتساب لتلوث الأنهار والبحيرات والمحيطات بالكيماويات الضارة، ناهيك عن تكلفة تلك الكيماويات التي تهدر بغير جدوى اقتصادية.

وعند دراسة النظام الأحيائي للتربة والنبات بدقة تظهر سلبيات أخرى لنظم الزراعة الكيميائية. فقد أظهرت المشاهدات الحقلية عدم قدرة كثير من النباتات على تكوين الأحماض الأمينية من الأيونات المعدنية التي تمتصها من التربة، وتحتاج في هذا الصدد إلى معاونة الكائنات الحية الدقيقة على تخليق تلك الأحماض داخل خلاياها ثم يمتصها النبات كما هي من محلول التربة.

ويمكن تشبيه طبيعة العلاقة بين التربة والنباتات بالنظام الأحيائي داخل معدة الحيوان، فمن المؤكد أنه لا يمكن للحيوان أو الإنسان أن يحيا حياة طبيعية من خلال حقنه دوماً بالمحاليل الغذائية لإقامة أوده. ويعتبر الجهاز الهضمي السليم بما يحويه من كائنات حية دقيقة بمثابة مفتاح للصحة الجيدة وهو يحتاج للمواد العضوية ويكاد ينطبق ذلك تماماً على التربة.

وعلى الرغم من أن بعض الكائنات الحية الدقيقة تقوم بتفاعلات تضر بخصوبة التربة في بعض الأحيان، بيد أن معظمها يعمل على زيادة خصوبة التربة. وفي نفس الوقت فإن النشاط الضار ليس هو القاعدة العامة في التربة بل هو الاستثناء الذي لا يحدث إلا تحت بعض الظروف غير الطبيعية كما في حالة غمر التربة بالماء.

وعندما لا تفي التربة بمتطلبات النباتات والكائنات الحية الدقيقة من العناصر الغذائية يتنافس الطرفان، وتكون الغلبة للكائنات الحية الدقيقة التي تمتص عناصر الغذاء الذائبة وتحولها إلى صورة عضوية داخل خلاياها، يعجز النبات عن الاستفادة منها. بيد أن هذا لا يعتبر بمثابة فقد لعناصر غذاء النبات من التربة، لأن فترة حياة الكائنات الحية الدقيقة تعتبر قصيرة جداً، وسرعان ما ينقضي أجلها وتتحلل خلاياها لتنساب منها العناصر الغذائية إلى التربة مرة أخرى. وهناك من الكائنات الحية الدقيقة ما يؤكسد العناصر المغذية محولاً إياها إلى صورة قد تكون صالحة أو غير صالحة لتغذية النبات حسب الظروف السائدة في وسط التفاعل.

ويتوقف نشاط الكائنات الحية ومدى النفع أو الضرر منها في إعداد غذاء النبات وتحويله إلى صورة صالحة لاستفادته على حالة التربة وصفاتها. بيد أن المستحدثات العلمية والتقنيات كشفت النقاب عن دور الكثير من عوامل التربة في توجيه نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة

لصالح تحسين خصوبة التربة، وبات من المتيسر الآن التحكم في نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة بما يعود بالخير على الإنتاج الزراعي.

وقد آن الأوان لتفهم واستيعاب المنظور الأحيائي للتربة، طالما أن خصوبة التربة لا يمكن قياسها من خلال اختبارات كيميائية أو فيزيائية. ويسعى المزارع الذى يتبع نظم الزراعة النظيفة جاهداً للحفاظ على المعقد المعدني العضوي الأحيائي في التربة بصورة متوازنة.

•• المادة العضوية

تتواجد المادة العضوية في التربة بكميات قليلة لا تتعدى ٢٪ في أجود أراضي المناطق القاحلة وشبه القاحلة. وعلى الرغم من ذلك فدورها محوري في نظم الزراعة النظيفة طالما أنها تحسن من الصفات الكيمائية والفيزيائية والأحيائية للتربة وتكفل حسن نمو المحاصيل وزيادة غلتها. وتعتبر المادة العضوية بمثابة مخزن ضخم للعناصر المغذية تنساب منه ببطء شديد، بفعل نشاط الكائنات الحية الدقيقة، حيث توفر غذاء النبات في صورة صالحة لاستفادته على مدار اليوم.

وتتكون المادة العضوية في التربة من متبقيات النباتات والحيوانات والكائنات الحية الدقيقة التي تصل إلى التربة بطرق مختلفة أهمها التسميد العضوي. وتتعرض المواد العضوية في التربة بصفة مستمرة إلى التحلل إلى مركبات بسيطة التركيب بفعل الكائنات الحية الدقيقة التي تجد فيها مصدراً يمدها بطاقة نموها ومتطلباتها من العناصر الغذائية.

وتتواجد المواد العضوية في التربة في ثلاث صور رئيسة هي المواد العضوية الخام التي لم تتحل بعد ويمكن بسهولة التعرف على أصلها، والمواد العضوية التي في مراحل مختلفة من التحلل ولا يمكن التعرف على

أصلها، والدوبال وهو صورة صعبة التحلل من المواد العضوية يتم تكوينه على مرحلتين متتابعتين، عملية بناء وعملية هدم، وهو مفيد جداً للتربة تحت نظم الزراعة النظيفة. وقد ظهرت في الأسواق مؤخراً مستحضرات دوبالية تضاف للتربة بغية تحسين خصوبتها وإنتاجيتها.

وتبدأ عملية تحلل المواد العضوية بواسطة عشائر من البكتيريا والبروتوزوا والفطريات والديدان الأرضية والحلم وغيرها إلى مركبات بسيطة تتكون منها بلازما التربة. وبلازما التربة محلول بروتينى يتكون من البروتينات والأملاح والمواد العضوية المتحللة والمياه، وهي لا تعدو مجرد مياه بل تحاكي في سماتها ودورها الجزء السائل في دم الحيوانات، وهي تدعم حياة كافة الكائنات الحية الدقيقة القاطنة في التربة.

وفي نهاية الأمر تتحول البلازما إلى دوبال على هيئة مواد إسفنجية تحيط بسطوح معادن الطين مكونة عناقيد بلورية وتجمعات مقاومة للتكسر تكسب التربة بناءً قوياً. ويهيئ ارتباط البلازما بالطين وسطاً مناسباً للحفاظ على العناصر الغذائية على هيئة أيونات مجمعة تحمل شحنة موجبة أو سالبة. وكلما كانت التربة إسفنجية كلما زادت مساميتها وحجم فراغاتها المفتوحة المكسوة بالبلازما، وكلما زادت قدرتها على الاحتفاظ بالماء والهواء والعناصر الغذائية. ويقدر السطح الداخلي لتلك المسام الدقيقة في المتر المكعب من التربة الطينية بنحو ٢٤ كيلومتر مربع.

ومن هنا تسعى نظم الزراعة النظيفة إلى تحسين بناء التربة بعدة سبل، حيث أن حبيبات التربة التي يقل حجم حبيباتها عن ١٠ ميكرون لا تسمح بنشاط أحيائي ملموس في حين أن الحبيبات الأكبر التي يقع قطرها بين ١٠٠–٢٠٠ ميكرون تهيئ نشاطاً أحيائياً متميزاً. وتهدف نظم الزراعة النظيفة إلى تعزيز محتوى المادة العضوية في التربة وتحسين بنائها من خلال التسميد العضوي الكثيف، مع تطبيق دورات زراعية تتضمن نباتات

سطحية الجذور تعضد بناء التربة، ونباتات عميقة الجذور تفكك التربة وتزيد من تهويتها.

•• التخصيب الأحيائي

تتعدد أدوار الكائنات الحية الدقيقة في منطقة جذور النباتات فمنها من يقوم بتحرير عناصر غذاء النبات المرتبطة في المادة العضوية وتحويلها إلى صورة غير عضوية كما في حالة عملية النشدرة حيث تحلل الكائنات الحية الدقيقة المركبات العضوية النيتروجينية وتحولها إلى نشادر، ومنها ما يؤكسد المركبات غير العضوية في التربة ويحولها إلى صورة صالحة لتغذية النبات كما في حالة عملية التأزت التي تتحول خلالها الأمونيا إلى نيتريت ثم نترات، ومنها ما تستهلك مركبات النترات والكبريتات والفوسفات كمستقبلات إلكترونية أثناء تنفسها وتختزلها إلى مركبات غير صالحة لتغذية النبات. وهناك من الكائنات الحية الدقيقة ما يذيب كثير من المركبات المترسبة غير الذائبة في التربة ويحولها إلى صورة عناصر مغذية صالحة لتغذية النبات. وهناك بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تثري التربة بعناصر غذاء النبات مثل مثبتات النيتروجين الجوي والكائنات الحية الدقيقة الممثلة للضوء.

ومن المؤكد أن تطبيق نظم الزراعة النظيفة في نظام بيئي ما يثري عشائر الكائنات الحية الدقيقة في التربة ويعظم من فاعليتها في تحقيق الأهداف المرتقبة. وتستند فكرة التخصيب الأحيائي للتربة على تعزيز منطقة جذور النبات بمجموعة متباينة من عشائر الكائنات الحية الدقيقة تضم سلالات منتقاة لها دور مؤكد في تحسين نوعية وصحة التربة وتعزز تنوع الكائنات الحية الدقيقة بها وتنشيط نمو النباتات وزيادة غلتها كما وكيفا. وتضم تلك العشائر المنتقاة نوعيات متوافقة من الكائنات الحية

الدقيقة تتناغم مع بعضها البعض ويمكن بسهولة عزلها من البيئة وتنميتها معا في بيئة مناسبة.

ومن الجدير بالذكر أن عملية التخصيب الأحيائي للتربة لا تغني عن تنفيذ باقي تطبيقات نظم الزراعة النظيفة مثل الدورة الزراعية المناسبة واستخدام المحسنات العضوية وحسن خدمة التربة وصونها وتدوير المتبقيات العضوية داخل النظام البيئي الزراعي ومكافحة الآفات أحيائي. وهي لا تعدو كونها أحد المكونات الرئيسة للزراعة النظيفة وعند تطبيقها بطريقة سليمة تدعم فاعلية نظم الزراعة النظيفة.

ولا تقف فائدة المخصبات الأحيائية عند حد زيادة عائد الإنتاج الزراعي وخفض معدلات التسميد المعدني الملوثة للتربة والبيئة بدرجة ملموسة بل تمتد إلى خفض تكاليف الإنتاج ولاسيما عندما تكون أسعار الأسمدة المعدنية مدعمة، كما أنها تزيد من نسبة الإنبات وتنتج بادرات قوية تقاوم الظروف غير الملائمة وتكون أقل عرضة للإصابة بالأمراض. وقد أظهرت نتائج البحوث الحديثة أن مكونات النباتات المخصبة بالكائنات الحية الدقيقة تفوق غيرها من المكونات غير المخصبة بالكائنات الحية الدقيقة من حيث محتواها من العناصر المغذية.

وتحضر المخصبات الاحيائية على صورتين : مخصبات أحيائية وحيدة السلالة ومخصبات أحيائية متعددة السلالات. وتتضمن المجموعة الأولى كائناً حياً مفرداً له دور محدد في تغذية النبات مثل البكتيريا المذيبة للفوسفات وبكتيريا العقد الجذرية. في حين تستند فكرة المخصبات الأحيائية متعددة السلالات على محاكاة النظام البيئي الزراعي الذي يحتوي على تنوع متباين من الكائنات الحية الدقيقة تعمل جميعاً في تناغم تحت ظلال التوازن الأحيائي للنظام البيئي. ويتوقف نجاح تطبيق المخصبات الأحيائية متعددة السلالات على العوامل الإيكولوجية داخل

التربة من حيث طبيعة مكونات التنوع الأحيائي القاطن بها، وطبيعة التفاعلات بين الكائنات الحية الدقيقة الوافدة والمقيمة ومدى ثبات سمات النظام البيئي. والتخصيب الأحيائي متعدد السلالات لا يعدو محاكاة للنظام البيئي بما يوجه توازنه الأحيائي لتحقيق أهداف الزراعة النظيفة.

وقد اهتمت بحوث المخصبات الأحيائية في بادئ الأمر بالكائنات الحية الدقيقة المفيدة في إعداد العناصر الغذائية الكبري في صورة صالحة لاستفادة النبات، ولاسيما النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم، ثم امتدت بعد ذلك لكشف اللثام عن أثر الكائنات الحية الدقيقة في تحويل العناصر الصغرى بالتربة ومدى علاقة ذلك بتغذية النبات ونمو المحاصيل.

وإلى جانب المخصبات الأحيائية وحيدة السلالة مثل الأزوتوباكترين والنتراجين والعقدين والفوسفوباكترين والسليكوباكترين، ظهرت مؤخراً مجموعات أخرى من المخصبات الأحيائية متعددة السلالات تتركب من أكثر من مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تغير حالة العناصر المغذية في التربة، بل أن الكثير منها يمد النبات بمواد مشجعة لنموه. وتستخدم نوعيات عديدة من الكائنات الحية الدقيقة في التخصيب الأحيائي للتربة من أهمها الأزوسبيريلا والأزوتوباكتر والريزوبيم والسيدوموناس والميكروهيزا.

وعلى الرغم من أن التخصيب الأحيائي يسانده كثير من العلماء وتعضده نتائج التجارب التي أجريت على المستويين العالمي والمحلي، وعلى الرغم من أن كثيراً من الأسواق العالمية أصبحت مكتظة بتلك المستحضرات الأحيائية التي تنتج على المستوى التجاري لتخصيب المحاصيل، فما زال استخدام المخصبات الأحيائية محدوداً للغاية على الرغم من أهميته القصوى في تفعيل نظم الزراعة النظيفة.

ويرتبط مصير الكائن الحي الدقيق الوافد إلى التربة مع المخصبات

الأحيائية على مدى توفر متطلباته الغذائية والبيئية وقدرته على الحياة في البيئة الجديدة والتنافس مع الكائنات الحية الدقيقة المقيمة. ويرى كثير من العلماء أن تعداد وكثافة الكائنات الحية الدقيقة الوافدة إلى التربة من خلال التخصيب الأحيائي ستظل محدودة مقارنة بكثافة وفاعلية الكائنات الحية الدقيقة المقيمة أصلاً في التربة، وربما تطغى الكائنات الحية الدقيقة القاطنة على تلك الوافدة في برهة قصيرة من الزمن.

وفي أعقاب التسميد العضوي والتخصيب الأحيائي للتربة يختل التوازن بين الكائنات الحية ولاسيما في منطقة جذور النباتات ويظهر أثره من خلال إفراز المزيد من المضادات الأحيائية وتنامي معدلات تحلل المواد السامة والتنافس والتطفل بين تنوع الكائنات الحية الوافدة والمقيمة. وقد أظهرت نتائج البحوث أن اقتران التسميد العضوي بالتخصيب الأحيائي الذى يعزز التربة بعشائر متباينة من الكائنات الحية الدقيقة تتباين في قدرتها على الحياة وفترة بقاءها فاعلة في التربة. وقد لوحظ أن أغلب عشائر الكائنات الحية الدقيقة الوافدة مع الأسمدة العضوية والمخصبات الأحيائية تموت في التربة بعد فترة من النشاط تطول وتقصر في إطار عدة محددات مختلفة، ولاسيما بعد استنفاذ مصادر الغذاء الميسرة في النظام البيئي. وعادة ما تكون الغلبة في نهاية المطاف للكائنات الحية الدقيقة المقيمة أصلاً في التربة حيث تسود في النظام البيئي بعد رحيل الكائنات الحية الدقيقة الوافدة مع الأسمدة العضوية أو المخصبات الأحيائية. ومن هنا تبزغ فكرة حتمية تكرار التخصيب الأحيائي والعضوي للتربة مع زراعة كل محصول، حتى يتسنى دوام تواجد الكائنات الحية الدقيقة المستهدفة بكثافة فاعلة بين ثنايا التربة طوال فترة نمو المحصول ولاسيما في مرحلة البادرات.

ومن الأهمية بمكان التنويه بأن نوعية التربة تتباين بشدة بتباين نوعية عشائر الكائنات الحية الدقيقة المقيمة بها، سواء كانت نافعة أو ضارة،

والتي تحدد طبقاً لطبيعة العمليات الزراعية المتبعة، ويرتبط ذلك بمدى كثافة التسميد العضوي للتربة.

ويجب التعامل مع المخصبات الأحيائية بطريقة مختلفة تماماً عما أعتاد عليه المزارع في تعامله مع الكيماويات الزراعية حتى لا تفقد فاعليتها، ويفقد معها المزارعون ثقتهم في فاعلية المخصبات الأحيائية وربما في كامل تطبيقات نظم الزراعة النظيفة. ومع ما نعانيه حالياً من صعوبة تطوير أفكار المزارعين من النهج الكيمائي إلى النهج الأحيائي، تكون الطامة الكبرى عند فشل استخدام المخصبات الأحيائية.

•• مهام المخصبات الاحيائية

المخصبات الأحيائية مستحضرات من الكائنات الحية ومنتجاتها تجدد التوازن الطبيعي بين مفردات التنوع الأحيائي في التربة وتعزز خصوبتها وهي غير سامة ولا ضرر منها بل كلها منافع للبيئة وللإنتاج الزراعي النظيف.

ويناط بالمخصبات الأحيائية أداء أربعة مهام رئيسة في منطقة جذور النبات. تتضمن المهمة الأولى تخصيب التربة ببعض العناصر المغذية للنبات مثل النيتروجين من خلال عمليات التثبيت الأحيائي لنيتروجين الهواء الجوي، حيث تتولى بعض الكائنات الحية الدقيقة تثبيت نيتروجين الهواء الجوي إما بطريقة حرة مثل بكتيريا أزوتوباكتر وبكتيريا أزوسبيريلم وإما بالمعاشرة مع النباتات البقولية وغيرها مثل بكتيريا ريزوبيوم، كما تقوم بعض الطحالب الخضراء المزرقة بتثبيت الكربون الجوي على صورة عضوية في التربة.

وتتضمن المهمة الثانية توجيه المسارات الأحيائية في منطقة جذور

النبات لصالح الزراعات القائمة، كما في حالة الكائنات الحية الدقيقة المذيبة للفوسفات والعناصر الصغرى مثل بكتيريا باسيلس التي تحول عناصر غذاء النبات إلى صورة قابلة للامتصاص، وكما في حالة الكائنات الحية الدقيقة التي تحلل المركبات العضوية المعقدة إلى مركبات بسيطة مثل النشادر تستطيع النباتات الاستفادة منها، وكما في حالة الكائنات الحية الدقيقة المؤكسدة للأمونيا إلى نيتريت ثم نترات مثل بكتيريا نيتروزوموناس وبكتيريا نيتروباكتر وتلك المؤكسدة لمركبات الكبريت إلى كبريتات مثل بكتيريا ثيوباسيلس.

وتشمل المهمة الثالثة تنشيط نمو الجذور، وبالتالي زيادة قدرتها على امتصاص الغذاء من التربة، من خلال إفراز عدد من الهرمونات الميكروبية والنباتية مثل بكتيريا سيدوموناس. وقد يكون الفعل بإضافة جذور للنباتات مثل فطريات الميكروهيزا.

وتتضمن المهمة الرابعة مقاومة الأمراض الكامنة في التربة، ولاسيما في منطقة جذور النباتات، بواسطة تنوع كبير من الكائنات الحية الدقيقة مثل فطريات تريكوديرما وفيثرتيسيليوم وميكروهيزا وبكتيريا سيدوموناس وغيرها. ويتم ذلك بطرق مختلفة منها إفراز مضادات أحيائية ومنها تغير الوسط بما لا يناسب نمو الآفة ومنها الافتراس وغيرها.

وهناك من الكائنات الحية الدقيقة التي تستخدم في تصنيع المخصبات الأحيائية ما هو على درجة عالية من التخصص في أداء الدور المنوط به مثل بكتيريا ريزوبيوم فمنها سلالات خاصة لكل نبات بقولي أو مجموعة من النباتات البقولية. وهناك ما لم يثبت تخصصه حتى الآن، فما زالت هناك ظلال من الشك تحوم حول تخصص فطر ميكروهيزا، كما أن هناك من الكائنات الحية الدقيقة ما هو قادر على النمو تحت ظروف متباينة.

وعند تخصيب التربة بمخصبات أحيائية متعددة السلالات قد يصعب

في تحديد أى من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في المخصب الأحيائي هو الذي حقق الهدف المرجو؟، وكيف تتفاعل تلك النوعيات المتباينة من الكائنات الحية الدقيقة مع بعضها البعض؟، وما هي محصلة تلك التفاعلات وأثارها السلبية أو الإيجابية على نظم الزراعة النظيفة؟، وما هي نوعية علاقتها بالكائنات الحية الدقيقة المقيمة أصلاً في التربة؟.

•• تصنيع المخصبات الأحيائية

يتطلب تصنيع المخصبات الأحيائية على المستوى التجاري وتسويقها توفر خبرات عالية متخصصة في مجال عزل وتصنيف وزراعة الكائنات الحية الدقيقة. كما يتطلب الأمر توفير معامل على مستوى متقدم وبنوك للموارد الوراثية من الكائنات الحية الدقيقة ومخمرات متباينة السعة ومعدات لتعبئة المخصبات الأحيائية وتجهيزات تخزينها مع توفير برامج مراقبة الجودة، وذلك على النحو التالي:

■ **المواد الحاملة:** مواد تخلط بها الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في المخصبات الأحيائية مثل الفحم ومعادن الطين ونشارة الخشب والبيت موس بما يحفظ حيوية وأعداد وكفاءة الكائنات الحية الدقيقة حتى تضاف إلى التربة. ويجب أن تتسم المواد الحاملة بكونها ذات سعة تشبعية وقدرة عالية على الاحتفاظ بالماء، وغير طاردة للحرارة عند البلل، وشبه معقمة، وغير سامة، ومتجانسة فيزيائيا وكيمائيا، وقابلة للتحلل الأحيائي، وغير ملوثة للبيئة، ومتعادلة، ومشجعة لنمو الكائنات الحية الدقيقة، ويسهل خلطها مع الكائنات الحية الدقيقة، ورخيصة الثمن.

■ **بنوك الموارد الوراثية:** يحكم جمع وحفظ وتبادل التنوع الأحيائي ميثاق ذو ثلاث قواعد. أولها ترك عينة من المورد الأصلي في بلد الأصل وعند تعذر ذلك تخزن عينتان من المادة الوراثية في مكان أخر حتى يتسنى

إعادة المورد سالماً إلى موطنه الأصلي. وثانيها تيسير المادة الوراثية مجاناً لكل من يطلبها من القادرين على التعامل معها والمتخصصين في الموارد الوراثية ومربو الكائنات الحية وغيرهم من العلماء. وثالثها ضرورة تكرار العينات وحفظها في مواقع متعددة لاعتبارات أمنية.

وحتى يكون بنك الموارد الوراثية مفيداً يجب أن يحوي معلومات وافية عن الكائنات الحية المخزونة به. فأول خطوة في عمليه حفظ الموارد الوراثية هي جدولة صفات الكائن الحي ووصف بيئته الطبيعية وتحديد موقع تلك البيئة. ومن الأهمية بمكان بناء قاعدة معلومات في الحاسب الآلي عما يحتويه البنك من موارد وراثية وعن الصفات التفصيلية لتلك الموارد.

ويناط ببنوك التنوع الأحيائي للكائنات الحية الدقيقة مداومة عزل السلالات من البيئات المختلفة وتصنيفها وقياس مستوى فاعليتها وتطويرها وحفظها بطرق مختلفة (الشكل رقم ٣١).

■ **مشكلات الموارد الوراثية:** يحيط ببنوك الموارد الوراثية كم هائل من المشكلات بعضها يمكن التغلب عليه بالتخطيط والتنفيذ السليم بينما يحتاج بعضها الآخر إلى دراسات علمية مستفيضة. وتعد بعض تلك المشكلات عامة تعاني منها كل البنوك وبعضها الآخر نادر الحدوث ويعاني منه بعض البنوك. ويتصدر مشكلات بنوك الموارد الوراثية نقص الخبرات والكوادر الفنية المدربة فهناك ندرة في المتخصصين في مجال تقسيم الكائنات الحية الدقيقة ناهيك عن الفنيين المعنيين بمتابعة العمل اليومي وصيانة المعدات. كما تعاني من عدم توفر الأصول الوراثية لكثير من الكائنات الحية الدقيقة.

وتعاني كثير من بنوك الموارد الوراثية في دول العالم الثالث من تكرار انقطاع التيار الكهربائي مما يفسد المجموعات النادرة ناهيك عن تذبذب

التيار الكهربائي وما يتبعه من أعطال في أجهزة حفظ الموارد الوراثية. ومن ناحية أخرى لا يتوفر لدى كثير من البنوك خبراء صيانة على مستوى لائق سواء للأجهزة أو للتعامل مع المشكلات المفاجئة.

•• طرق استخدام المخصبات الأحيائية

يتم تخصيب التربة أحيائياً إما عن طريق إعداد مزارع من الكائنات الحية الدقيقة المستهدفة على بيئة أجار ويحضر منها معلق في الحقل تلقح به البذور قبل زراعتها، ربما مع نظم الري المحوري والري والتنقيط. غير أن صعوبة التطبيق أدت إلى إعداد معلق من الكائن الحي الدقيق في مواد حاملة تحفظ نموه، ويتم خلطها بالبذور قبل زراعتها. ويجب أن ننوه في هذا المقام بأنه يجب توفير الظروف المناسبة للكائن الحي الدقيق المضاف بما يشجع نموه حتى يتسنى الحصول على النتائج المرجوة.



الباب التاسع

المكافحة الآمنة للآفات والحشائش



الباب التاسع

المكافحة الآمنة للآفات والحشائش

طالعتنا الصحف مؤخراً بأخبار عن تنظيم حملات مناهضة لسوء استخدام المبيدات الكيميائية للآفات نظمتها أحزاب الخضر في أماكن متفرقة من العالم. وقد أتت تلك الحملات أكلها حيث حرمت بعض الدول استخدام مجموعة من المبيدات عرفت بدستة الأشرار، وسنت دول أخرى من التشريعات ما يرشد ويحد التعامل مع تلك المهلكات الكيميائية.

وقد استهلك المزارعون في العقود الأخيرة من القرن الماضي كميات ضخمة من مختلف الكيماويات الزراعية، مما أسفر عن ثلة من التداعيات غير المرغوبة للنظم البيئية والمنتجات الغذائية. ويؤكد ذلك ما تشير بيانات وإحصاءات الهيئات الدولية أن جملة مبيعات المبيدات الكيميائية للآفات على مستوى العالم قفزت من ٢٠٧ مليون دولار أمريكي في عام ١٩٧٠ إلى ٢٢٠٣ مليون دولار أمريكي عام ٢٠٠٢. ورغماً عن تعدد استخدامات المبيدات الكيميائية للآفات في شتى نواحي الحياة، بيد أن أهمها على الإطلاق هو قطاع الإنتاج الزراعي الذى يستهلك قرابة ٦٨٪ من مجمل الإنتاج العالمي من المبيدات الكيميائية للآفات في مكافحة الآفات الحشرية والفطرية والبكتيرية والنيماتودا والقوارض والحلم والحشائش. وقد حدى ذلك بالعلماء إلى البحث عن وسائل أخرى آمنة لمكافحة الآفات لا تضر بالبيئة وصحة الناس.

وبصفة عامة تقسم الآفات التي تصيب الحاصلات الزراعية إلى أربعة مجموعات رئيسة هى الحيوانات الفقارية والحشرات والحشائش

والممرضات. ولا ريب أن الحشرات والفطريات التي تتنوع بين ما لا يقل عن خمسة ملايين صنف تعتبر من أهم الآفات التي تهاجم المحاصيل كافة.

وفي نظم الزراعة النظيفة تعتبر المكافحة الأحيائية للآفات أحد ثلاث مقومات رئيسة. وهى تهدف مكافحة الآفات الزراعية إلى تقليل ضرر الآفة أو الحشرة عن طريق إبعادها أو منع وصولها إلى العائل أو تهيئة ظروف غير مناسبة لتكاثرها أو قتلها باستخدام مجموعة من الآليات صديقة البيئة. ويتطلب وضع منظومة لمكافحة آفة أو حشرة ما معرفة تاريخ حياتها وسلوكها وعاداتها وطبائعها وظروف معيشتها وتكاثرها، حتى يتسنى مكافحتها في أضعف أطوارها.

•• المكافحة المتكاملة للآفات

بعد جهود مضنية خاض فيها العلماء في أضابير العلاقات بين الكائنات الحية سعياً للاستفادة من بعض الظواهر الطبيعية وتسخيرها لمكافحة الآفات، ظهرت للعيان بارقة أمل في أسلوب جديد عرف بالمكافحة المتكاملة للآفات يعتمد أكثر على الطرق الطبيعية وأقل على استخدام المبيدات الكيميائية للآفات. وهو يتضمن حزمة من الآليات الزراعية والأحيائية والميكانيكية المتكاملة تتضافر فيما بينها لمكافحة الآفات. ولا تهدف المكافحة المتكاملة للآفات إلى الاستئصال الكامل لآفة ما، لكنها تبغي تحقيق مكافحة فعالة ذات جدوى اقتصادية .

وفي المكافحة المتكاملة للآفات يعتبر كل محصول وآفته الرئيسة بمثابة منظومة بيئية يعد لها برنامج مكافحة خاص باستخدام مجموعة واسعة المدى من خيارات طرق الإدارة المزرعية والأحيائية والميكانيكية تطبق في تعاقب وميقات مناسب يعظم تأثيراتها على الآفة وعلى عائد الإنتاج، ويقلل التأثيرات المعاكسة على صحة الناس والبيئة. وفي نفس الوقت تقلل

المكافحة المتكاملة للآفات من المخاطر التي يتعرض لها من يتداولون المبيدات الكيميائية للآفات ومن تلوث محاصيل الغذاء ومن هلاك الكائنات الحية غير المستهدفة ومن تلويث البيئة.

وفي إطار المكافحة المتكاملة للآفات قد يصرح باستخدام المبيدات الكيميائية للآفات عند الاقتضاء للتحكم في تفشي آفة شرسة المرض، ولا تضاف في توقيتات أو بمعدلات محددة مسبقاً، ولكن فقط عندما يصل الضرر بالمحصول مستوى متقدم، وهنا فقط تضاف بكميات تهدف إلى مجرد إعادة عشيرة الآفة إلى المستوى المحدد أكثر مما تهدف إلى الحد منها تماماً. ويراعى كلما أمكن أن يكون مبيد الآفات المختار متخصصا ضد الآفة المستهدفة ولا يؤثر سلباً على باقى الكائنات الحية غير المستهدفة، وأن تكون فترة حياته في البيئة قصيرة كلما أمكن لتجنب تأثيره على أي من الحشرات والطيور والثدييات النافعة اللازمة للمكافحة الأحيائية للآفات فضلا عن الناس.

وترى منظمة الأغذية والزراعة المكافحة المتكاملة للآفات كمنظومة لإدارة الآفات تقترن بالبيئة وتوظف فيها كافة الآليات المناسبة بطريقة متوازنة تبقي مستويات عشائر الآفة دون مستويات الضر الاقتصادي، ولا تلغي تطبيقات المكافحة المتكاملة استخدام المبيدات الكيميائية للآفات ولكنها ترجئها لحالات الضرورة القصوى.

•• المكافحة الميكانيكية

تتضمن المكافحة الميكانيكية للآفات الزراعية عدة آليات بسيطة مارسها المزارعون وطوروها بخبراتهم الذاتية على مدى الزمن. وقد نجحت تلك الآليات في الحد من انتشار الآفات الزراعية، عند تطبيقها في إطار منظومة متكاملة لمكافحة الآفات، ومن أهم تلك الآليات:

- التقاط وجمع الحشرات كبيرة الحجم من الحقول يدويا مثل يرقات حشرات حرشفيات الأجنحة ولطع دودة ورق القطن وحرقها للحد من انتشار الإصابة ٠
- حفر خنادق وملئها بالماء المخلوط بالسولار في مسار الحشرات الزاحفة تحول دون انتقالها من الحقول المصابة إلى الحقول غير المصابة. ويمكن استخدام موانع أو أسوار تعوق تنقل وحركة الفئران وابن عرس وبعض الطيور في حقول الزراعة. وقد تستخدم شبكات دقيقة لتغطية بعض المحاصيل مثل الجزر والكرنب (الملفوف) والبصل والثوم ٠
- جمع الأجزاء المصابة من النباتات وإعدامها حرقاً تقلل من الإصابة بذبابة الفاصوليا، وبتورد القمة في الموز، وديدان اللوز القرنفلية في القطن ٠
- تعريض الحبوب المخزونة والمحفوظة لدرجة حرارة عالية لفترات محددة تقلل من الإصابة بالحشرات والفطريات أثناء التخزين.
- تخزين الفاكهة والخضر عند درجة حرارة منخفضة تحد من انتشار ذبابة الفاكهة وتؤدى للقضاء عليها٠
- استخدام مصائد ضوئية على هيئة حامل ذو ثلاث أرجل يصنع عادة من الخشب أو البلاستيك ويثبت فوق سطح التربة ويعلق به فانوس كمصدر ضوئي ليلاً يعلوه إناء علوي ممتلىء بالماء على سطحه قليل من الزيت. ويراعى التحوط من حدوث حرائق، واختيار وقت مناسب من أطوار الحشرة قبل أن تضع البيض. وقد نجحت المصائد الضوئية في جذب كثير من الحشرات الطائرة مثل دودة الحبوب والجعل والبعوض والعث الليلية وثاقبات الأرز والدودة القارضة.
- استخدام مصائد للحشرات الطائرة على هيئة لوحة لونها أصفر

أو برتقالي مغطاة بمادة لاصقة مثل الزيت أو الصمغ حيث تنجذب الحشرات نحو الألوان وتلتصق بالمادة الصمغية وتموت ويلزم التعرف على اللون المناسب لكل حشرة حتى يمكن الحد من أعدادها ٠

•• المكافحة الزراعية

تتعدد سبل الإدارة المزرعية التي يمكن من خلالها الحد بدرجة كبيرة من تفشي الآفات الزراعية. وتستند آليات الإدارة المزرعية في هذا الصدد على توفير ظروف ملائمة تشجع النمو الطبيعي للنباتات وتشد من أزره في مقاومة الإصابة بالآفات.

وتعنى الإدارة المزرعية الملائمة بصفة عامة تربة جيدة وتقاوى منتقاة ودورة زراعية مناسبة وتدوير المتبقيات العضوية وتنظيف الحقل من الحشائش وعزق وتهوية جيدة وموعد زراعة مناسب وزراعة نباتات جاذبة للمفترسات والطفيليات وتشييد مصائد للحشرات والهوام ومكافحة يدوية وأحيائية واستخدام مبيدات مستخلصات طبيعية وتطبيق التشريعات الزراعية.

وتبدأ آليات الإدارة المزرعية باختيار الظروف البيئية المثلى لكل محصول مثل زراعة البطاطس (البطاطا) في تربة ثقيلة، وعدم زراعة الجزر في الأماكن المعرضة للرياح العاتية التي تساعد على انتشار ذبابة الجزر، وعدم زراعة النجيليات في تربة رطبة لتقليل الإصابة بالمرضات الفطرية، وحسن تجهيز مهد البذرة من حرث وتقليب وعزق مما يعرض الحشرات والعذارى واليرقات للأعداء الطبيعية والعوامل البيئية غير المناسبة ويحد من نمو الحشائش التي يأوى إليها كثير من الحشرات ٠

ومن آليات الإدارة المزرعية عمليات الخدمة مثل الري المناسب، فقد تؤدى زيادة الرطوبة إلى تعفن درنات البطاطس، ويؤدى الإفراط في ري بعض المحاصيل الحساسة النباتات إلى الإصابة بكثير من الآفات. ومن ناحية أخرى يؤثر ارتفاع مستوى الماء الأرضي، من جراء سوء الصرف، على حياة وسلوك الفراشات، وعلى اتزان العناصر الغذائية حيث تؤدي زيادة النيتروجين في التربة إلى توجيه النباتات صوب النمو الخضري الكثيف وتأخر الطور الزهري مما يزيد من فرصة الإصابة بالحشرات الثاقبة الماصة مثل المن والذبابة البيضاء. ونستعرض فيما يلي بإيجاز أهم آليات الإدارة المزرعية للحد من الآفات الزراعية:

■ **مواعيد الزراعة:** يقلل اختيار مواعيد مناسبة للزراعة من الإصابة بالآفات، فزراعة الذرة الشامية ما بين منتصف مايو ومنتصف يونيه يؤدي إلى الهروب من الإصابة بالثاقبات، وزراعة البطاطس مبكراً يقلل من الإصابة بدودة الدرنات. وبصفة عامة كلما كانت التقاوي سليمة ومنتقاة كلما كان الإنبات مبكراً وكلما قلت الإصابة بالآفات. ويحقق اختيار وقت مناسب للزراعة والحصاد أو زراعة أصناف ذات فترة نمو قصيرة تحاشي إصابة المحصول في الفترة التي تكون فيها الآفة في أوج نشاطها.

■ **التسميد العضوى:** يجب الاهتمام بالتسميد العضوي، ولاسيما تحت نظم الزراعة النظيفة، واعتباره ليس فقط مصدر للعناصر الغذائية للنبات بل محسن لخواص التربة الفيزيائية والكيميائية والأحيائية، كما أنه يثري حياة الكائنات الحية الدقيقة في التربة، ويساعد في القضاء على الأمراض الكامنة في التربة مثل الذبول وتعفن الجذور وغيرهما بواسطة المضادات الأحيائية التي تفرزها بعض الكائنات الحية الدقيقة. ويرى بعض العلماء أن الدوبال يحد من الإصابة الحشرية ويساعد النباتات على امتصاص بعض المركبات الفينولية وحامض السلسليك وغيرهما مما له أثر في زيادة مقاومة النبات للإصابة.

■ **التخلص من مصادر العدوى :** تنظيف الحقل من المتبقيات الزراعية ولاسيما الحشائش يقلل من مصادر عدوى المحصول الجديد. ومن الأهمية بمكان تكمير متبقيات نباتات القطن للتخلص من ديدان اللوز القرنفلية غير المتفتحة قبل فبراير من العام التالي، وتكمير حطب الذرة للتخلص من اليرقات الساكنة للثاقبات قبل إبريل من العام التالى، وتكمير متبقيات نباتات قصب السكر للتخلص من البق الدقيقي، وتكمير ثمار وأوراق الفاكهة للحد من انتشار ذبابة الفاكهة ٠

■ **تبوير الأرض:** ترك الأرض بوراً بدون زراعة يقلل من الإصابة بالعديد من الآفات، حيث أن تعريض التربة لأشعة الشمس بغية تعقيمها طبيعياً يقلل من نشاط كثير من الآفات المرضية والحشرية. فقد أظهرت المشاهدات الحقلية أن عدم اكتمال دورة حياة الآفة من جراء تبوير الأرض يقلل بدرجة واضحة من الإصابة بالثاقبات في الذرة ٠

■ **اختيار محاصيل مقاومة :** استخدام الأصناف المقاومة من أهم مقومات الزراعة النظيفة للحد من الآفات والحشرات، كما أنها ترفع القدرة الطبيعية للنباتات على مجابهة الآفات الزراعية. ويجب الاهتمام بانتخاب سلالات تتسم بقدرة طبيعية على المقاومة مع احتفاظها بالخصائص المطلوبة في المحصول، وبدوام خصائص المقاومة في السلالة المنتخبة لفترات ممتدة، فالنباتات مثلها مثل باقى الكائنات الحية لديها آليات تدرأ بها مخاطر الإصابة بالحشرات والأمراض. وتظهر تلك الآليات في أشكال مختلفة، تتباين ما بين نمو أشواك على سطوحها وحتى إلى إفراز مواد أحيائية تحد من نشاط الآفات، وقد تقتلها أو تدخلها في طور سكون أو تجعلها عقيمة تعجز عن التزاوج. وفي هذا المجال نجح استخدام مادة السولانين المستخلصة من نباتات البطاطس كمادة طاردة لحشرة خنفساء البطاطس، ومادة النيكوتين المستخلصة من نباتات الدخان في مكافحة حشرة المن، ومادة توماتين المستخلصة من نباتات الطماطم في مقاومة الحشرات التي تصيب الطماطم (البندورة) أثناء التخزين.

■ **إتباع دورة زراعية مناسبة:** تعتبر الدورة الزراعية من العوامل الرئيسة للتغلب على الإصابة بآفات التربة الحشرية أو المرضية، طالما أنها تحول دون تتابع المحاصيل القابلة للإصابة بآفة معينة. ويهدف اختيار تتابع الحاصلات إلى عدم تمكين الآفة من التوطن في حقول الزراعة .

■ **الزراعة المختلطة:** يفضل زراعة خليط من أصناف النباتات تتباين في درجة تعرضها للإصابة، كما في حالة زراعة محاصيل ورقية في هيئة حزام آو خطوط أو شرائط متبادلة مما يؤدي إلى إرباك الحشرة والحيلولة دون بلوغها هدفها. وتساعد زراعة محاصيل مختلطة في مكافحة الآفات بتأثيرها على كمية الضوء أو بإحداث حواجز من النباتات غير النباتات القابلة للإصابة تغير من سلوك الحشرة. ومن أمثلة المحاصيل المختلطة زراعة النجيليات كالقمح مع الفول، والطماطم مع الكرنب والكوسة مع الذرة، والذرة مع القصب، والجوافة أو الخوخ مع الموالح، طالما أن هناك توافق في ميعاد الزراعة والعمليات الزراعية والحصاد.

■ **استخدام مستخلصات النباتات:** تساعد بعض المستخلصات النباتية على زيادة قدرة بعض النباتات على مقاومة عدد من الأمراض. ومن قديم الزمن استخدمت مستخلصات نباتات البصل والثوم وفجل الحصان لمكافحة العديد من الأمراض الفطرية. كما استخدمت مستخلصات العديد من النباتات الطبية والعطرية مثل الحريق والحميطة والبابونج الأصفر وعين الطور والشيح الرومي وعشب الملكة لمقاومة حشرة المن وغيرها. ويعزى تأثير تلك المستخلصات إلى تقوية أنسجة النبات بما يزيد من فاعليتها في مقاومة الفطريات والحشرات الماصة، ويعزى أيضاً إلى تنشيط نمو النبات مما يرفع من قدرته على المقاومة. وقد تكون بعض تلك المستخلصات سامة وطاردة للحشرات أو الفطريات كما هو الحال في مستخلصات عشب الدود والشيح الرومي والحميض والغرديب. ومن المستخلصات الأخرى التي ثبت فعاليتها مؤخراً مستخلص بذور وأوراق

وثمار شجرة النيم التي تحتوي على نسب مختلفة من مادة أزاديدركيتين القاتلة لعدد كبير من الحشرات مثل ثاقبات الورق وديدان حرشفية الأجنحة ويرقات الخنافس. وقد أثبتت الدراسات انعدام التأثير السام لمستخلص النيم على الإنسان والحيوان، ويمكن تحضيره دون الحاجة إلى مستلزمات وأجهزة معقدة.

■ **التشعيع:** يتم تعريض كثير من المنتجات الغذائية إلى الإشعاع لقتل ما قد يتواجد بها من الممرضات والآفات قبل استهلاكها. ويهلك الإشعاع كثير من الحشرات والكائنات الحية الدقيقة الضارة في الغذاء ويؤخر فساد الفواكه والخضر. ويتم التشعيع بنقل الغذاء فوق حزام سير ناقل يمر في حاوية معزولة حيث تتعرض المواد الغذائية إما إلى عنصر الكوبالت ٦٠ أو عنصر السيزيوم ١٣٧، وكلاهما من النظائر المشعة التي تبث أشعة جاما. في أغلب الأحيان لا نحتاج بعد التشعيع إلى استخدام المبيدات الكيميائية للآفات، وفي نفس الوقت لا يتخلف بعد التشعيع متبقيات إشعاعية ملموسة في الطعام لأن الإشعاع يكون على هيئة طاقة وليس على هيئة مادة كيماوية. غير أن هناك بعض الجدل المثار حول مدى تناقص القيمة الغذائية للغذاء المشع، فضلاً عن إمكانية حدوث كوارث أثناء عملية التشعيع. ومن المتوقع في المستقبل أن يستخدم التشعيع على نطاق واسع بكثافة في منتجات غذائية عديدة. ويرى العلماء أن التشعيع سوف يحل محل بعض المبيدات الكيميائية للآفات، ومن ثم، تزيد درجة آمان الغذاء وتقل كمية المبيدات الكيميائية للآفات الكيمائية التي تنساب إلى البيئة. بيد أن العائق الرئيس هو قبول المستهلك، الذي كان وسيستمر بمثابة معارضة قوية.

■ **التعقيم الشمسي:** بدأت فكرة استخدام الطاقة الشمسية في تطهير التربة من الآفات والحشائش في نظم الزراعة النظيفة تلقى اهتماماً متزايداً كبديل آمن للمدخنات والمبيدات الكيميائية للآفات التي يشيع

استخدامها في هذا الصدد مثل داي برموكلوروبروبان أو الإثيلين داي بروميد. ويتم التعقيم الشمسي بتعريض سطح التربة الرطبة المغطاة بطبقة رقيقة شفافة من بولي الإثيلين لأشعة الشمس بما يسمح بمرور الأشعة إلى التربة ويمنع ارتداد الأشعة ذات الموجات الطويلة إلى الوسط الخارجي وبذلك ترتفع درجة حرارة التربة، ولاسيما في فصول الصيف، إلى درجات قاتلة للعديد من الآفات الكامنة بالتربة. ولا يعزى التأثير المفيد للتعقيم الشمسي إلى مجرد ارتفاع حرارة التربة بل أيضاً إلى بعض التغيرات المعقدة للخواص الفيزيائية والكيماوية والأحيائية في التربة بما يحسن نمو النبات ويكسبه مقاومة طبيعية ضد الآفات الكامنة في منطقة جذور النباتات. وعملية التعقيم الشمسي معروفة منذ أمد بعيد، فقد أعتاد المزارعون تبوير جزء من الأرض سنوياً خلال فترة الصيف حيث تحرث التربة وتترك معرضة للشمس، ويقلب سطحها عدة مرات لمكافحة آفات التربة ولاسيما النيماتودا.

وقد أوضحت الدراسات فاعلية التعقيم الشمسي للتربة لمدة أسبوعين في اختزال كثافة فطر الفيوزاريم الذي تم تلقيحه بالتربة، حيث قل نشاط الفطر في التربة حتى عمق ٥ سم بنسبة تراوحت بين ٩٤ - ١٠٠٪. كما وجد أن معظم الفطريات والبكتيريا والنيماتودا الممرضة للنباتات والحشائش تتأثر بدرجات متباينة بالتعقيم الشمسي للتربة .

وتتأثر فاعلية التعقيم الشمسي للتربة بعوامل عديدة من أهمها أن تكون نسبة الرطوبة كافية في التربة قبل تغطيتها بشرائح البلاستيك، حتى تتحول الأطوار الساكنة للممرضات إلى أطوار نشطة أكثر حساسية لفعل الحرارة، كما تعمل الرطوبة على رفع درجة التوصيل الحراري إلى الطبقات السفلى من التربة. ويعتبر فصل الصيف أنسب الأوقات للتعقيم الشمسي حيث تكون أشعة الشمس قوية وعدد ساعات سطوعها طويلة ودرجة حرارة الجو مرتفعة مما يقلل من الانتقال العكسي للحرارة. وقد تحققت أفضل

نتائج التعقيم الشمسي عند تغطية التربة بشرائح من بولي الإثيلين الشفاف يليه الأسود ثم الأبيض في رقائق بسمك ٤٠ -٦٠ ميكرون حتى ١٠٠ ميكرون. وبصفة عامة كلما قلت سرعة الهواء وقت المعاملة كلما زادت كفاءة التعقيم الشمسي. ويؤدي الحرث الجيد والتسميد العضوي إلى رفع كفاءة التعقيم الشمسي، وبصفة عامة تشير نتائج التطبيقات الحقلية إلى أن فاعلية التعقيم الشمسي تتراوح مابين ٢٥ - ٤٠٪ .

■ **المكافحة الوراثية :** تقتل أغلب الآفات عند معاملة منطقة ما بمبيد للآفات، غير أن أفراداً قليلة من الكائنات الحية في عشيرة ما قد تعيش لأن لديها صبغات وراثية تجعلها مقاومة أو منيعة ضد مبيد الآفات. ونظراً لقصر عمر الجيل في أغلب الآفات الزراعية، يمكنها أن تتكاثر بسرعة منتجة عدد كبير من صغار مشابهة لها مقاومة لفعل المبيد فيما يعرف بالمقاومة الوراثية، التي تعتبر واحدة من أهم الحواجز التي حالت دون الاستخدام الناجح للمبيدات الكيميائية للآفات. وقد بدأت المقاومة الوراثية تنال الاهتمام العلمي بعد الحرب العالمية الثانية، عندما فشل مبيد ددت في مكافحة الحشرات المنزلية المقاومة مثل البعوض وبق الفراش وقمل الجسم. ومنذ ذلك الحين تزايدت الآفات المقاومة للمكافحة الكيميائية، حيث تم التعرف على ٥٤ صنفاً مقاوماً للمبيدات الكيميائية للآفات من مجموعة الفوسفات العضوية في عام ١٩٧٤ زادت إلى ٢٠٠ صنفاً في عام ١٩٨٠ .

وتعتبر تربية النباتات من أهم التقنيات الأحيائية لمكافحة الآفات التي لا تستخدم فيها المبيدات الكيميائية للآفات، بما في ذلك التطبيقات المستحدثة في مجال الهندسة الوراثية. وعلى مدى الزمن أظهرت النباتات في مختلف النظم البيئية قدرات متباينة على المقاومة الطبيعية للأمراض والحشرات، وتمكن العلماء من اختيار تلك السلالات ونشرها في حقول الزراعة على نطاق واسع. ومع إشراقة الثورة الخضراء بدأ زراعة محاصيل مطورة من القمح والذرة عالية الغلة ولكنها تحتاج إلى مدخلات كثيفة من

الأسمدة المعدنية والمبيدات الكيميائية للآفات ومياه الري. بيد أن الآفات طورت نفسها وتمكنت من إصابة تلك السلالات المنتقاة، مما دعى العلماء في نهاية القرن الماضي إلى اللجوء إلى تقنيات الهندسة الوراثية لابتكار نباتات مطورة وراثياً لا تقربها الآفات ولا تستطيع أن تنال منها متطلباتها من الغذاء، كما حدث عند نقل جينات بكتيريا باسيلس ثيورنجنيس (ب ت) إلى نباتات الذرة الشامية وغيرها ٠

وفي الآونة الأخيرة نجحت تقنيات الهندسة الوراثية في إنتاج نباتات وحيوانات وكائنات حية دقيقة مطورة وراثياً من خلال نقل الحمض النووي دنا من كائن إلى كائن أخر مخترقة بذلك الحدود الفاصلة بين مختلف عشائر الكائنات الحية. ومن أشهر ما أنجز في هذا المجال نقل الجين المنتج للسموم البروتينية القاتلة للحشرات من بكتيريا ب ت إلى العديد من النباتات التي أصبحت تزرع حالياً دون استخدام المبيدات الحشرية على نطاق واسع. كما أمكن تطوير أكثر من ٤٠ نبات من المحاصيل الرئيسة من أهمها الذرة والأرز وفول الصويا والقطن والشلجم والبطاطس وراثياً بما يجعلها غير قابلة للإصابة بالآفات الزراعية.

وما زال هناك جدل كبير بين العلماء حول استخدام الكائنات الحية الدقيقة المهندسة وراثياً في أغراض المكافحة الأحيائية للآفات الزراعية. وقد نشأ هذا الاهتمام من المخاطر غير المنظورة التي قد تكون بين ثنايا تلك الكائنات ضد البيئة. وفي هذا الصدد يبقى استخدام الكائنات الحية الدقيقة المهندسة وراثياً محدوداً وتحت رقابة تشريعية صارمة حتى تنقشع بدرجة كافية غيوم تلك الاعتبارات ٠

■ **المكافحة بكيماويات آمنة بيئياً:** استخدام المبيدات الحشرية أو المبيدات الكيميائية للآفات المرضية غير مسموح به في نظم الزراعة النظيفة لأضرارها البيئية وخطرها على صحة الإنسان. ولكن هناك بعض

المركبات الكيميائية التي يمكن استخدامها في مكافحة الآفات دون ضرر البيئة والصحة. ومن أمثلة تلك الكيماويات التي حققت نجاحاً ملموساً في حقول الزراعة النظيفة ملح سيلكات الصوديوم الرباعية، وغيره من مركبات السيلكا التي تزيد من المقاومة الطبيعية للنبات ضد الإصابة بالآفات الزراعية. ومن المعروف أن عنصر السليكون يمتصه النبات ويستخدمه في بناء ودعم جدر الخلايا، كما يطبق في نظم زراعة الديناميكا الأحيائية. وفي كثير من الأحيان يخلط مسحوق الصخور السيلكاتية مع البذور قبل الزراعة لحمايتها من الإصابة والالتهام بواسطة الكائنات الحية في التربة.

ويصرح في نظم الزراعة النظيفة باستخدام بعض مركبات عنصري الكبريت والنحاس التي تثبط العديد من الأمراض الفطرية. ويجب توخي الحيطة والحذر بعدم الإسراف في استخدام مركبات النحاس، وأن يقتصر ذلك الأمر عند الضرورة فقط خوفا من تراكمه في البيئة لمستويات تحدث سمية للنبات أو الكائنات الحية الدقيقة، وربما يؤثر في التركيز العالي على بعض الحشرات النافعة. ويستعمل ملح بيرمنجنات البوتاسيوم عند الضرورة كمادة مطهرة ومثبطة لنشاط الفطريات الممرضة، وفي بعض الحالات يستخدم مستحلب من الصابون والزيوت المعدنية والنباتية لمكافحة بعض الآفات مثل المن. كما نجح استخدام تربة طحالب الدياتومات في مكافحة الحشرات الأرضية الزاحفة وحشرات المخازن والمادة تحتوى أساسا على السيلكا ٠

■ **استخدام الطعوم السامة:** استخدمت الطعوم السامة منذ القدم لمكافحة الدودة القارضة بخلط كميات متساوية من نشارة الخشب والنخالة والمولاس مع الماء ونشرها تحت الأشجار حيث يجذب المولاس الديدان القارضة ويحجزها داخل الطعم حتى تجف بالشمس وتموت. وهناك طعوم سامة لذبابة الفاكهة من أشهرها خلط ٢٥٠ مم من البول مع عدة نقط من الفانيليا و١٥٠ جرام من السكر مع ١٠ جرام م بودرة بريثريم في لتر من الماء.

•• المكافحة الأحيائية

تعتبر المكافحة الأحيائية أهم ركائز برنامج المكافحة المتكاملة للآفات، ويقصد بها عدوى الآفة بكائنات حية أخرى متطفلة أو مفترسة تصيبها في مقتل دون ما أي تلوث للبيئة. وتعمل نظم المكافحة الأحيائية للآفات بنفس طريقة المبيدات الكيميائية للآفات فيما عدا أنها أكثر تخصصاً وأقل بقاء في البيئة وأقل سمية للكائنات الحية. وفي بعض الأحيان قد تكون أكثر تكلفة في إنتاجها واستخدامها على نطاق واسع.

وحتى يتسنى نجاح المكافحة الأحيائية للآفات على مستوى الحقل يتطلب الأمر تفهم أكثر للمسارات الأحيائية في الآفة واستخدامها عندما تكون الأكثر ناجحاً ضد الآفات والأقل ضرراً للكائنات الحية غير المستهدفة، وقبول نسبة معينة من المخاطر طالما أنه لا يمكن تحقيق ١٠٠ ٪ من الحد من الآفة بتكلفة اقتصادية فعالة، والدراية بحجم الضر الفيزيائي والاقتصادي للآفة. وتشجع العديد من المنظمات الدولية مثل منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية هذا الاتجاه المحمود في المكافحة المتكاملة للآفات.

ويمكن استخدام كائن حي مفترس مثل حشرة أبو العيد (الشكل رقم ٣٢) لمكافحة آفة حشرية مثل حشرة المن.

ومن أشهر المبيدات الأحيائية بكتيرياً ب ت التي اكتشفت عام ١٩٦١، وشاع استخدمها على نطاق واسع كبديل للمبيدات الكيميائية للآفات الزراعية. وهي تنتج تبايناً من السموم فائقة السمية ضد العث (الفراشات) في طور اليرقة، ولا تضر بالثدييات والزواحف وأغلب الحشرات الأخرى. ومن الأهمية بمكان أن بكتيريا ب ت لا تتكاثر في الحقل، وبالتالي يمكن رشها في أوقات معينة لمكافحة اليرقات المستهدفة فقط. وهناك نوعيات من بكتيريا باسلس نجحت في مكافحة النيماتودا (الشكل رقم ٣٣).

ومن الفطريات الشهيرة التي تولد قوة دفاع أحيائية في النباتات فطر الميكروهيزا الذي يكون غطاء حول جذور النبات يحميها من الإصابة بالنيماتودا، كما أنه يحمي جذور بنجر السكر والبسلة من مرض تعفن الجذور. ومن الجدير بالتنويه أن المكافحة الأحيائية لا تقتصر على مجرد شراء مستحضرات أحيائية ونشرها في حقول الزراعة، بل يتعدى الأمر ذلك بتهيئة النظام البيئي الزراعي لمواءمة نمو ونشاط وانتشار المفترسات الطبيعية.

وعندما تصل كثافة الحشرات في الحقل إلى مستوى بضر بالمحصول النامي يتحتم تشجيع وإكثار الأعداء الطبيعية للآفات القاطنة في نفس البيئة أو استيراد تلك الأعداء ومحاولة أقلمتها على نطاق واسع بما يحد بفاعلية من تكاثر الآفة المستهدفة. ويصاحب استخدام الأعداء الطبيعية في مكافحة الآفات بذل جهد كبير قبل بلوغ نتائج مرضية. ومن الصعوبات التي تعترض استخدام الطفيليات أو المتفرسات هو الحاجة إلى خبرة في هذا المجال كما أن الطفيل أو المفترس المستورد قد لا تناسب الظروف البيئية لنشاطه.

ويعني بالافتراس مهاجمة الحشرة الضارة أو أحد أطوارها بواسطة كائن مفترس أو طفيل يتغذى على بيضها أو يرقاتها أو عذاراها أو كامل الحشرة بصفة دائمة أو مؤقتة ولا يمكنه تكملة دورة حياته في غيابها. ومن الأمثلة الناجحة لاستخدام المفترسات، ولاسيما تحت نظم الزراعة المحمية في الصوب الزجاجية، مكافحة حشرة الذبابة البيضاء والحلم (الشكل رقم ٣٤) بالدبابير والفطريات والطفيليات.

وكذلك استخدام طفيل تريكوجراما للقضاء على بيض الذبابة البيضاء في الكرنب وعلى ثاقبات الذرة.

- **الكيماويات الأحيائية:** هي مركبات تتواجد بصورة طبيعية أو قد

تكون مشيدة صناعياً ومطابقة لنظائرها في الطبيعة. وتتضمن تنوعاً ضخماً من أهم أفراده الهرمونات والفرمونات والإنزيمات. ولا تستهدف المبيدات الكيميائية للآفات قتل كائن ما بل مكافحة فعل معين للكائن من خلال تمزيق نظمه الداخلية أو إعاقة نموه أو طرده من البيئة. وتعمل الكيماويات الأحيائية بصورة مختلفة عن المبيدات الكيمائية للآفات، كما أنها أكثر آمناً منها. وعلى سبيل المثال، فالكيماويات الأحيائية التي تؤثر سلبا على النظم الداخلية لذبابة الفاكهة لا تؤثر على الأصناف الأخرى من الحشرات التي لا تنتمى إليها. وتميل الكيماويات الأحيائية لأن تكون أكثر توافقاً مع البيئة لأنها إما توجد طبيعياً أو تصمم لتحاكي المواد الموجودة طبيعياً.

■ **الجاذبات الجنسية:** وسائل أو شفرات حية من المركبات العضوية الطيارة تطلقها الحشرات والحيوانات وتتعرف عليها وتستجيب لها سلبياً أو إيجابياً أعضاء الحس والذوق لأفراد نفس النوع. وتتسم بأنها مركبات عضوية غير سامة ومتخصصة ضد آفة معينة ولا تسبب أي تلويث للبيئة، وليس لها تأثير سام على الأعداء الطبيعية الأخرى من الطفيليات والمفترسات.

وتختلف الجاذبات الجنسية عن الهرمونات اختلافاً جذرياً، فهي مركبات طيارة تنتقل عن طريق الهواء الجوي، في حين أن الهرمونات عبارة عن إفراز من غدد تنتقل عن طريق الدم إلى أعضاء أو أجهزة معينة تؤثر عليها وتتأثر بها. وهناك جاذبات جنسية للإنذار والتحذير تفرزها الحشرة للتنبيه بوجود خطر، ومنها ما يطلق للتجمع بغرض الغذاء أو الحماية من عوامل بيئية غير مناسبة. كما تطلق بعض الجاذبات الجنسية لاقتفاء الأثر كما في النمل والنحل، وقد تطلق لحفظ النظام مثل تلك التي تفرزها الملكة لحفظ النظام في خلية النمل أو خلية النحل.

وأهم أنواع الجاذبات الجنسية هو ما يطلقه الذكر أحيانا وتطلقه الأنثى غالبا للجذب الجنسي بغية التزاوج وحفظ النوع. وتستخدم تلك النوعية من الجاذبات الجنسية حالياً كوسيلة ناجحة في برامج المكافحة الآمنة للآفات، وهي تتضمن نوعين رئيسين من الجاذبات الجنسية، جاذبات جنسية للتشتت وجاذبات جنسية لإعاقة التزاوج. وقد أمكن معرفة وتحديد وتخليق وتصنيع أهم مركبات الجاذبات الجنسية التي تفرزها الإناث في عدد كبير من أنواع الحشرات، ولاسيما تلك ذات الأهمية الاقتصادية، واستخدمت بنجاح في تشتيت ذكور وإناث الآفة ٠

ومن العوامل التي تؤثر على كفاءة الجاذبات الجنسية الصناعية مدى ثباتها في البيئة ومعدل تطايرها ومدى مشابهتها للجاذبات الجنسية الطبيعية. وهناك العديد من العوامل البيئية والوظيفية التي تتحكم في رد فعل الحشرات تجاه الجاذبات الجنسية. فمن المعروف أن درجة الحرارة المنخفضة تدفع الحشرات للتزاوج، عكس شدة الإضاءة التي توهن الرغبة الجنسية لدى الكثير من أفرادها. ويؤثر عمر الحشرة وكثافة تعدادها ومستوى إفرازها للهرمونات أيضا على مستوى استجابتها للجاذبات الجنسية ٠

وعادة ما توضع الجاذبات الجنسية في ما يسمى مصائد للجاذبات الجنسية تشيد بتصميمات تتلاءم مع حجم الحشرة وطريقة طيرانها والعوامل البيئية المحيطة بها وموقعها وارتفاعها والأعداد المستخدمة منها، وأكثر تصميمات مصائد الجاذبات الجنسية انتشاراً المصيدة الورقية التي تموت الحشرة عند التصاقها بالمادة اللاصقة المثبتة بها، والمصيدة المائية التي تموت الحشرة بسقوطها في وعاء مثبت بها يحتوى على مستحلب من الماء والصابون، والمصيدة القمعية التي تنزلق فيها الحشرة على قمع بلاستيك حيث تموت بتأثير مبيد كيميائى يوضع في قاعها.

وحتى يتسنى بلوغ مستوى جيد من مكافحة الآفات يجب أن توضع مصيدة خارج الحقل على ارتفاع ١م من سطح التربة، يزيد كلما زاد ارتفاع النبات بحيث يكون هناك ٢٠ سم بين المصيدة وأعلى مستوى للنبات النامي. ويجب أن تزود المصيدة بالماء أو المواد اللاصقة كلما دعت الحاجة، وأن يتم تغيير الكبسولة كل ١٥ يوم، وجمع العث الذكور كل ٣ أيام. ومن الموصى به الاحتفاظ بالكبسولات داخل عبوات من ورق الألومونيوم مفرغة الهواء تحفظ عند على درجة -٤ مئوية لحين الاستخدام، ويمكن استخدام المصيدة الواحدة لأكثر من كبسولة جاذب جنسي.

•• المكافحة التشريعية

تعني المكافحة التشريعية سن التشريعات التي تنظم دخول التنوع الأحيائى إلى البلاد وتضع ضوابط صارمة للتصريح باستخدام المبيدات الكيميائية للآفات. ويتم تنفيذ تلك التشريعات بصفة رئيسة في الحجر الزراعي الداخلي والخارجي في الموانىء والمطارات لمنع دخول الآفات الحشرية والميكروبية. وهناك أيضاً العديد من التشريعات تنظم عمليات الإدارة المزرعية بما يكفل الحد من انتشار الآفات الزراعية، مثل القوانين والقرارات الوزارية التي تلزم بجمع لطع بيض ورق القطن وحرقها، ومنع ري البرسيم بعد ١٠ مايو (أيار) للقضاء على يرقات وعذارى دودة ورق القطن ومنع خروج الفراشات، وجمع أحطاب القطن والتيل والبامية وحرقها، ومنع صيد الطيور وتخريب أعشاشها، ومنع نقل شتلات النخيل من مكان إلى مكان لتضيق النطاق على انتشار سوسة النخيل الحمراء.

•• المكافحة الآمنة للحشائش

تعاني حقول الزراعة في كل مكان من تفشي الحشائش بصورة وبائية

في بعض الأحيان مما يؤثر سلباً على غلة الفدان. وتضر الحشائش بالمحصول النامي من خلال عدة آليات منها التظليل وحجب الأشعة حيث تؤثر الحشائش عريضة الأوراق على كمية الضوء التي تنفذ للمحصول، ومنها منافسة المحصول على العناصر الغذائية والماء تبعاً لطبيعة المجموع الجذري. وقد تفرز جذور الحشائش مواد منشطة أو مثبطة لنمو غيرها من النباتات فيما يعرف بظاهرة الأليلوباثي.

وفي كثير من الأحيان تحتضن الحشائش العديد من الآفات الحشرية والفطرية وتنقلها إلى المحصول الرئيس، مثلما تأوى عشب الكبر وعشب لسان الحمل حشرة المن، ويأوى عشب عنب الديب حشرة التربس والمن، ويأوى عشب الزربيح ثاقبات الذرة، ويأوى عشب الزمير الفطر المسبب لمرض صدأ الساق الأسود، ويأوى عشب السعد البكتيريا المسببة لمرض اللفحة.

وقد أكدت المشاهدات الحقلية في بعض البلدان أن ضر الحشائش يفوق كافة الأضرار الأخرى التي تسببها الآفات الحشرية والنماتودية والقوارض والفطريات والحلم وغيرها، حيث تتسبب في العقود الأخيرة فقداً سنوياً في إنتاج الغذاء في الدول النامية قدر بنحو ١٢٠ مليون طن تكفي لإطعام ٢٥٠ مليون نسمة. وقد قدر نفر من العلماء أن كل كيلوجرام من الحشائش النامية في الحقل يتسبب في خسارة قدرها كيلوجرام من المحصول.

وتتميز الحشائش بصفات وراثية تمكنها من التأقلم بسهولة في ظروف متغيرة، وتتصف بسرعة النمو مما يساعدها على الانتشار، كما أنها ذات قدرة كبيرة على مقاومة الأمراض والآفات.

وقد تقسم الحشائش تبعا للعائلات النباتية مثال ذلك حشائش العائلة النجيلية أو العائلة البقولية أو العائلة السعدية، وقد تقسم إلى حشائش

ضيقة الأوراق تتميز بأنها أحادية الفلقة أو حشائش عريضة الأوراق تتصف بأنها ذات فلقتين ويظهر بها تعريق شبكي في الأوراق، وقد تقسم إلى حشائش حولية أو ذات حولين أو مستديمة وقد تنمو في الربيع أو الخريف أو معمرة ٠

وتتأثر كثافة الحشائش النامية وطبيعة توزيعها بعوامل عديدة من أهمها سمات المناخ وخواص التربة وطبيعة جذورها ونموها الخضري وما إذا كان المحصول الرئيس في أحواض أو خطوط. وتتغير طبيعة الحشائش النامية من محصول أخر وذلك نتيجة اختلاف العمليات الزراعية. ومن المعروف أن زراعة محصول موسمي يشجع نمو الحشائش المستديمة ولاسيما تلك التي يكون لها دورة حياة مشابهة للمحصول النامي.

وتؤكد المشاهدات الحقلية أن كثير من الحشائش قد أكتسب مقاومة ضد تأثير مبيدات الحشائش وبات على العلماء البحث عن وسائل جديدة صديقة للبيئة تحد من نمو الحشائش في حقول الزراعة وفي المجاري المائية. ومن ناحية أخرى فقد أكدت نتائج البحوث أن مبيدات الحشائش تضر بنباتات وكائنات حية أخرى غير مستهدفة وتلوث المياه والتربة والثمار مما يضر بالبيئة وبصحة المستهلكين. ومن بين الطرق صديقة البيئة لمكافحة الحشائش تحتل النقاوة اليدوية مكانة متميزة، غير أنها مكلفة للغاية.

وتسعى نظم الزراعة النظيفة إلى تطبيق مجموعة من الطرق تتكامل مع بعضها لمكافحة الحشائش بدون أي عواقب غير مرغوبة على النظام البيئي الزراعي أو على صحة المستهلكين للمنتجات الزراعية. وتنحصر تلك الطرق في تشميس التربة وتغطية سطحها والري بماء ساخن واستخدام عدسات لتكثيف أشعة الشمس فوق بقاع محددة من التربة والمكافحة الأحيائية واستخدام مبيدات طبيعية إلى جانب تطبيق نظم حديثة للإدارة المزرعية.

•• انتشار الحشائش في حقول الزراعة

يرتبط انتشار الحشائش ارتباطاً وثيقاً بنظم الإدارة المزرعية، حيث تصل بذور الحشائش إلى الحقل من خلال عدة مداخل يتصدرها استخدام تقاوي أو سماد عضوي أو مياه ري مكتظة ببذور الحشائش. ويتباين مستوى حيوية الحشائش بدرجة كبيرة، فبعض البذور تكون صالحة للإنبات مباشرة بمجرد بلوغها التربة، في حين يكمن البعض منها لفترات قد تمتد عدة أعوام. ويتوقف احتفاظ الحشائش بحيويتها في التربة على عدة عوامل مثل العمق الذي توجد عليه وعدد مرات العزق ونسبة الرطوبة. كما يتأثر إنبات بذور الحشائش بالتناسب بين مستوى الإظلام والإضاءة خلال اليوم، وبدرجة وحرارة الليل وبمدى توفر الرطوبة والعناصر الغذائية وبمدى قربها من سطح التربة.

وعادة ما تكمل الحشائش الحولية مثل الرجلة والدنيبة والزربيح، دورة حياتها في موسم زراعي واحد خلال عام، وهى تتميز بغزارة بإنتاج البذور. وتستغرق الحشائش ثنائية الحول مثل عشب الجزر البري ما يزيد قليلاً عن العام ويقل عن العامين كي تستكمل دورة حياتها. ويطول عمر الحشائش المعمرة مثل السعد أكثر من عامين وقد يمتد لعدة سنوات، وهى تجدد نموها الخضري سنوياً وتنتج كميات هائلة من البذور طول فترة حياتها، وفي بعض أنواعها يموت مجموعها الخضري إبان فصل الشتاء.

ومن أكثر الحشائش الحولية الصيفية انتشاراً في حقول الذرة والقطن والفول السوداني وبساتين الخضر والفاكهة أعشاب الشبيط والدنيبة وعرف الديك والملوخية البرية. ومن أكثر الأعشاب الحولية الشتوية شيوعاً في حقول القمح والشعير والفول البلدي وبساتين الخضر والفاكهة حشائش الزمر والخلة والسريس وكيس الراعي وفجل الجمل. وتظهر الحشائش ذات الحولين أو المستديمة طوال العام في كثير من حقول الزراعة. ومن ناحية

أخرى تنتشر الحشائش المعمرة مثل النجيل والسعد والعليق والحلفا بصفة دائمة في حقول الزراعة. ويعين المجموع الخضري في الحشائش المعمرة النباتات على التكاثر من خلال السيقان والجذور الزاحفة والدرنات والأبصال. غير أن الأجزاء الخضرية القابلة للتكاثر لا تعيش طويلاً في التربة كما يحدث بالنسبة للبذور، وعادة ما يقل نشاطها مع زيادة عمق وجودها في التربة.

•• المقاومة البيئية

يمكن التحكم في مدى انتشار الحشائش في حقول الزراعة من خلال توفير ظروف معاكسة لنمو الحشائش تواءم فقد نمو المحصول النامي. وعلى الرغم من عدم تيسر الكثير من الآليات التي تحقق ذلك بسهولة، من جراء تشابه احتياجات النمو بين كافة النباتات سواء كانت من الحشائش غير المرغوبة أو المحصول المستهدف زراعته. ومن بين تلك الآليات:

■ **الحرث والبذر:** تؤدي زيادة كثافة البذر في الشعير والقمح إلى زيادة كثافة المحصول والحد من انتشار الحشائش بين جنباته. كما تساعد عمليات حرث التربة قبل الزراعة على دفن بذور الحشائش في العمق أو جلبها للسطح كي تنمو ثم يتم التخلص منها بتوالي عمليات العزق مما يخفض من مخزون التربة من الحشائش. وقد اعتاد المزارعون على تبوير التربة وريها ريه كاذبة حتى تنمو الحشائش بها ثم حرثها.

■ **انتقاء التقاوي والسماد العضوي:** أكبر مصدر لجلب بذور الحشائش إلى التربة هو التقاوي والسماد العضوي. ويؤدى استخدام تقاوي منتقاة معروفة المصدر خالية من بذور الحشائش، وسماد عضوي جيد التكمير خال من بذور الحشائش إلى الحيلولة دون انتشارها في حقول الزراعة.

وفي نفس الوقت يجب مداومة مقطع الحشائش وإزالة أطرافها قبل الإزهار.

■ **عزق التربة:** يعتبر العزق اليدوي من أكثر الطرق فاعلية في الحد من انتشار الحشائش، كما يمكن أيضاً استعمال آلات العزق بين الخطوط لمكافحة الحشائش في الذرة والبطاطس. وقد ابتكرت مؤخراً عزاقة ذو فرشاة مصنوعة من مادة البروبلين فائقة القدرة في اقتلاع الحشائش بجذورها ودفعها بعيداً عن التربة. وتستعمل العزاقة ذو الفرشاة في محاصيل الخضر مثل الجزر والبنجر والبصل والثوم ولا تصلح في مكافحة الحشائش المعمرة أو حشائش محاصيل الحبوب.

■ **تشميس التربة:** كثير من المناطق القاحلة وشبه القاحلة تقع في الحزام الشمسي وتشرق الشمس عليها طوال العام. ويمكن الاستفادة من أشعة الشمس في مكافحة الأمراض الكامنة في التربة وبذور وبادرات الحشائش والحلم. ويتم ذلك بتغطية سطح التربة برقائق شفافة من بولي الإثيلين مما يرفع درجة حرارتها إلى مستوى كاف للتخلص من كثير من بذور الحشائش. ويتوقف نجاح تشميس التربة في مكافحة الحشائش على توفر كمية مناسبة بها من الرطوبة والهواء قبل تغطيتها بشرائح من بولي الإثيلين. وقد تصل حرارة التربة أثناء فترة التشميس حتى ٤٥ درجة مئوية، ولكنها ترتفع في المتوسط بين ٨-٢١ درجة مئوية، ويظهر أكبر التأثير في الطبقة السطحية من التربة حتى عمق ١٠ سنتيمترات، وهى تعتبر من الطرق المكلفة لمكافحة الحشائش.

■ **تغطية مهد التربة:** أظهرت نتائج البحوث فاعلية تغطية سطح التربة في مكافحة الحشائش وزيادة غلة الفدان. ويستخدم في التغطية مواد عضوية مثل القش والحشائش وورد النيل ومتبقيات النباتات مثل أوراق الموز ومصاصة القصب ونشارة الخشب، وبمواد غير عضوية مثل

رقائق بولي الإثيلين. وينشأ تأثير تلك المواد من حرمان الحشائش من الضوء وخفض درجة حرارة التربة. وقد تبين من المشاهدات الحقلية أن تغطية سطح التربة بمواد عضوية أو غير عضوية، إلى جانب مكافحة الحشائش، يؤدي إلى تثبيط انجراف التربة وصون بناؤها والحفاظ على مياهها وتحسين خصوبتها وتنشيط نمو الجذور وما يقطنها من الكائنات الحية الدقيقة.

•• المكافحة الأحيائية للحشائش

يقصد بالمكافحة الأحيائية استعمال كائنات حية عادة من الحشرات أو مركبات سامة تنتجها النباتات أو الكائنات الحية الدقيقة بغية مكافحة الحشائش. وتتضمن بث أعداء طبيعية خارجية في حقول الزراعة لمقاومة نوع دخيل من الحشائش. وقد ثبت أن المكافحة الأحيائية أكثر نجاحا في الحد من الحشائش المعمرة مقارنة بالحشائش الحولية، غير أنها لا تفضى إلى قتل الحشائش بل تحد فقط من قدرتها التنافسية، كما أنها بطيئة التأثير نوعاً ما ولا يمكن أن تستخدم للتصدي لمخاليط متنوعة من الحشائش. ومن مخاطر المكافحة الأحيائية للحشائش إدخال كائن حي جديد غير متخصص في حقول الزراعة قد يهاجم محصول اقتصادى آخر.

وعند المكافحة الأحيائية باستخدام مركبات طبيعية تنتجها النباتات أو الكائنات الحية الدقيقة، مبيدات عشبية طبيعية، يتحتم توخي الحيطة بأن تكون تلك المركبات الطبيعية فعالة ضد الحشائش وغير سامة للمحصول ولا تسبب أضراراً للبيئة. ومن المركبات السامة التي تنتجها النباتات أو وتستخدم كمبيدات طبيعية للحشائش مركبات الكيومارين والجاجلون والكيونولين. ومن المركبات التي تنتجها الكائنات الحية الدقيقة وتستخدم كمبيدات طبيعية للحشائش مركبات الفوسالسين والماكيولوسين والتوكسين.

الباب العاشر

إنتاج حيواني صديق للبيئة



الباب العاشر

إنتاج حيواني صديق للبيئة

على مدى القرن العشرين توجه الاهتمام نحو تعظيم الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي والحيواني من الناحية الكمية مع التغاضي عن نوعية المنتجات ومدى صلاحيتها للاستهلاك الآدمي. وفي هذا الصدد أفرط مربو الحيوانات والدواجن في استخدام تنوع كبير من الكيماويات الزراعية والأدوية البيطرية دون ضابط ولا رابط مما انعكس على نوعية المنتجات الحيوانية ولاسيما اللحوم والألبان والبيض. ومن المعروف أن ولوج بعض تلك الكيماويات في السلسة الغذائية وتعاظم تركيزها بها يتسبب في كثير من الضرر لصحة المستهلكين وأيضاً لقطعان الإنتاج الحيواني. وليس خافياً على أحد ما يبدو ظاهراً للعيان في كل مكان من انتشار كثير من الأمراض الفتاكة التي لم تعهدها أجيالنا السابقة. ومن المؤكد أن الاستخدام المكثف والمتنوع لكم هائل من الكيماويات الزراعية والبيطرية يفضي إلى آثار سلبية على سلوك الحيوانات والدواجن وصحتها، حيث ترتبط إصابتها بالأمراض ارتباطاً وثيقاً بنظامي تغذيتها ورعايتها الصحية وبمدى مواءمة أماكن إيواءها.

وقد أكدت المشاهدات ونتائج البحوث أن الحيوانات تصاب بنقص الخصوبة والتهاب الضرع حال تغذيتها على نباتات تعرضت لمعدلات مرتفعة من الأسمدة المعدنية. فقد وجد أن تغذية الحيوانات خلال فترة الحمل على نباتات تعرضت لتسميد نيتروجيني كثيف تسبب حمى الحمل والتهاب الرحم. كما تبين أن تغذية الحيوانات والدواجن على عليقة من نباتات تلقت معدلات مرتفعة من الأسمدة البوتاسية تؤدي إلى نقص في الخصوبة وإلى

خلل في تمثيل الكاروتينات ناهيك عن تدني مستوى امتصاص الغذاء. ومن المعروف أيضاً أن مرض الكبد الدهني في أبقار اللبن ينشأ من جراء تضافر مجموعة من العوامل منها التغذية على مركزات علائق تتسبب في خفض رقم الأس الإيدروجيني في المعدة الأولى مما يسهل نمو الكائنات الحية الدقيقة المسببة للمرض وظهور أعراضه. ونعلم جميعاً بمرض جنون البقر الذي انتشر في المملكة المتحدة عام ١٩٨٦ من جراء تغذية الحيوانات على علائق تحتوي على لحوم حيوانية ومصادر بروتينية أخرى رخيصة الثمن. وقد صاحب ذلك ظهور بعض الحالات المرضية في الإنسان عقب تناول لحوم أبقار مصابة بمرض جنون البقر. ومن ناحية أخرى قد يلجأ بعض المربون إلى زيادة عدد الحيوانات في حيز ضيق مغلق مما ينتج عنه تكدس غير مرغوب وعدم كفاية الأكسجين للتنفس وتفشي الأمراض المعدية ولاسيما التهابات الجهاز التنفسي.

ومؤخراً تنبه الكافة لتلك الأضرار وبات محتماً التصدي لها من خلال نظم مستحدثة لإنتاج حيواني يقل فيه وربما ينعدم استخدام الكيماويات الزراعية والبيطرية. وتحاكي تلك النظم الحياة الطبيعية للحيوانات وتراعي صحتها وسلامة أدائها الوظيفي، ولا تبغى مجرد تعظيم الإنتاجية بل تضع نصب عينيها نوعية المنتجات الحيوانية ومدى صلاحيتها للاستهلاك الآدمي. وقد أمكن بلوغ ذلك من خلال نظم الزراعة النظيفة التي يتكامل فيها الإنتاج النباتي مع الإنتاج الحيواني في دورات مغلقة تحقق تعظيم الإنتاج كما وكيفا وتصون البيئة وتراعي صحة الناس وقطعان الحيوانات.

ويستند الإنتاج الحيواني تحت نظم الزراعة النظيفة على تغذية قطعان الماشية والدواجن على أعلاف صديقة للبيئة خالية من الكيماويات الزراعية، وعلى قصر استخدام المضادات الأحيائية أو الهرمونات أو الأدوية البيطرية على حالات الضرورة القصوى، وعلى نشر برامج التطعيم ضد الأمراض، وعلى حسن إيواء الماشية والدواجن. ولا ريب أن إتباع مفاهيم

نظم الزراعة النظيفة في مجال الإنتاج الحيواني يحسن من ظروف تربية قطعان الحيوانات ويعين على إحلال الإنتاج الحيواني المكثف بإنتاج يكفل النمو الطبيعي ويضمن سلامة المنتجات الحيوانية.

•• إيواء الحيوانات والدواجن

الإنتاج الحيواني والداجني مكون رئيس يكفل نجاح نظم الزراعة النظيفة ويدر دخلاً منتظماً يرفع من مستوى معيشة الفلاح. ويمكن بسهولة عن طريق تربية الحيوانات والدواجن تحويل علائق التغذية والعلف الأخضر إلى تنوع من المنتجات السلعية الحيوانية من لحوم وألبان وأصواف وجلود وبيض تباع بأسعار مجزية. وتعتبر ماشية اللبن من أكفأ الحيوانات في تحويل العليقة والعلف إلى منتجات حيوانية ويليها في هذا الصدد دجاج اللحم ثم الأغنام ثم ماشية اللحم ثم الدجاج البياض ٠

وحتى يتسنى نجاح مشروعات الإنتاج الحيواني تحت مظلة نظم الزراعة النظيفة يجب بذل أقصى الجهد لتوفير مأوى مناسب للحيوانات يتوفر به كافة متطلبات المعيشة التي تعظم عطائها وتصون صحتها. وتستعرض فيما يلي نوعية منشئات إيواء حيوانات المزرعة تحت ظلال نظم الزراعة النظيفة، مع التركيز على إسطبلات الماشية الحلابة وإسطبلات الخيل والبغال وإسطبلات الأغنام وحظائر الطيور الداجنة وأبراج الحمام وبيوت الأرانب.

•• الإسطبلات

تحتاج قطعان الماشية الحلابة، وأهمها الأبقار والجاموس، كي تنمو نمواً طبيعياً إلى توفير مأوى مناسب يراعى فيه أنها حيوانات قليلة الحركة

تمضي غالب وقتها مسترخية ما لم يفزعها أحد. ويتطلب الأمر أن نوفر لها داخل المأوى الغذاء والماء والرعاية الصحية والشعور بالأمان وحرية الحركة والمهد المريح والحماية من قسوة المناخ ومن تفشي الأمراض. وفي نظم الزراعة النظيفة هناك عدة تصميمات لإسطبلات الماشية الحلابة تراعى ما يلي:

- توفر التهوية المناسبة وسهولة التنظيف.
- عدم تراكم الأمونيا التي تسبب عدة مشكلات صحية.
- تيسر حصول الحيوان على متطلباته من الماء والغذاء طول الوقت.
- توفر مساحة مناسبة لكل حيوان تفرش بمتبقيات نباتية مجروشة تسمح للحيوان بالنوم وتوفر له التدفئة في الشتاء.
- تخصيص أماكن تلبي كافة احتياجات الحيوانات من تغذية وشرب ورعاية صحية وحلب وولادة ورضاعة ورعاية العجول.
- تشييد الإسطبل بالقرب من مورد للمياه بحيث يكون محوره الطولي شمالي جنوبي بما يكفل توفر الشمس والهواء داخل الإسطبل من الناحتين الشرقية والغربية.

وهناك ثلاثة أنواع رئيسة لإسطبلات إيواء الماشية الحلابة هي إسطبلات المرابط المغلقة، وإسطبلات الحيوانات الطليقة، والمراعي. وفي إسطبلات المرابط يخصص مربط لكل حيوان مثبت به رباط يلتف حول رقبته ويحد من حركته داخل الإسطبل، وهو يصلح في المناطق المطيرة شديدة البرد والمناطق شديدة الحرارة. وفي بعض الأحيان تزود إسطبلات المرابط المغلقة بمظلات مفتوحة. وفي إسطبلات الحيوانات الطليقة يترك القطيع طليقاً داخل الإسطبل طوال اليوم ولا يربط إلا عند الحليب أو تلقى العلاج. وفي الطريقة الثالثة تترك الحيوانات حرة طليقة في المراعي، ويوفر في كل مرعى وحدة متنقلة للحلب.

١- **إسطبلات المرابط:** يراعى في تصميم الإسطبلات ذات المرابط أن تشيد في صف واحد عندما يقل حجم القطيع عن عشرة حيوانات، وفي صفين عندما يتراوح العدد بين عشرة وخمسون حيوانا، وعندما يزيد حجم القطيع عن خمسون حيواناً يقسم الإسطبل إلى نصفين بواسطة حائط يقلل من شدة التيارات الهوائية، وبصفة عامة يفضل عدم إيواء ما يزيد عن مائة حيوان في إسطبل واحد (الشكل رقم ٣٥).

وعادة ما تبنى أرضية الإسطبل من الخرسانة المسلحة أو أي مادة سهلة التنظيف قليلة المسام. ويصل عرض الإسطبل إلى سبعة أمتار في حالة بنائه في صف واحد وعشرة أمتار في حالة بنائه في صفين، ويتوقف طوله حسب عدد أفراد القطيع. ويحتاج الحيوان زنة ٤٠٠ كيلوجرام إلى مربط بعرض ١٠٠ سم، يزداد بمعدل ١٠سم لكل ١٠٠ كيلوجرام زيادة في الوزن.

ويبنى داخل الإسطبل مجرى مائل بمعدل نصف سم لكل متر طولي لتصريف الروث والبول بعرض ٥٠ سم وعمق ٢٥ سم ناحية المربط و٢٠ سم ناحية ممر التنظيف لتجنب فيضانه داخل الإسطبل. ويراعى بناء ممرات عرضية تسمح بمرور عربات نقل العلائق ودورانها داخل الإسطبل بسهولة. ويتراوح ارتفاع السقف بين ٣ - ٤ متر ولا يتعدى ارتفاع الحوائط ١,٥ متر، ويكون بها شبابيك بمعدل نصف متر مربع لكل حيوان. ولا بد من توفر مصدر مناسب للمياه داخل الإسطبل يوفر مياه الشرب والاستحمام والتنظيف بما لا يقل عن ١٥٠ لتر يوميا لكل حيوان. وتبنى أحواض الشرب بالقرب من الإسطبل أو بداخل حوشه، ويفضل أن تبطن بالصاج المجلفن.

٢- **إسطبلات الحيوانات الطليقة:** تترك الحيوانات حرة طليقة داخل مساحة كافية في بناء بسيط قليل التكاليف يسهل توسيعه. وتخصص داخل الإسطبل أماكن للنوم والراحة وتناول الغذاء والحلب والتريض والرعاية الصحية ومخازن للعلف ومناطق للعجول والعزل.

وعادة ما يلحق بكلا النوعين من إسطبلات الماشية الحلابة إسطبلات للعجول والولادة وإسطبل لثور الطلوقة تكون داخل الإسطبل الأصلي أو بجواره. ومن المعروف أن كافة مربو قطعان ماشية الحليب يكون لديهم عدد كاف من العجول الصغيرة في أعمار مختلفة لتعويض ما يفقد من القطيع الرئيس، طالما أن متوسط عمر البقرة الحلوب لا يتعدى خمسة سنوات وربما تذبح أو تباع أو تنفق. وعادة ما يبنى عدد من الحجرات الإضافية في الإسطبل الأصلي لإيواء العجول الصغيرة إذا كانت محدودة العدد، أو تبنى حظيرة إضافية لإيواء الأعداد الكبيرة. ويخصص في تلك الحظائر عدد من الحجرات بمعدل حجرة لكل عجل لم يتجاوز عمره ثلاثة أشهر، وعدد أخر من الحجرات للعجول الأكبر عمراً حتى عشرة شهور تأوى كل منها ستة عجول. وعادة ما تكون مساحة الحجرة المفردة نحو متر مربع. وفي أغلب المزارع يشيد إسطبل خاص لثور الطلوقة نظراً لارتفاع ثمنه، إلى جانب قوته ووحشية سلوكه، حتى يتسنى الحفاظ علية ودرء أذاه عن باقى أفراد القطيع. ويتكون إسطبل ثور الطلوقة من غرفة مساحتها نحو ٢٠ متر مربع وبداخلها مدود للتغذية وحوض للشرب وبها عدد كاف من الشبابيك، وملحق بها حوش واسع لا تقل مساحته عن فدان يحاط بالأشجار والأسلاك الشائكة، ويمكن وضع بقرة أو اثنين في طور الحمل معه كي تؤنس وحدته.

٣- الإسطبلات العامة: يفضل في المزارع الصغيرة بناء إسطبل عام يأوي كافة أفراد القطيع من ماشية لحم وخيول وبغال وحمير وعجول وماشية لحم. ويجري تصميم الإسطبل طبقاً لحجم القطيع ونوعية أفراده، ويراعى فصل المواشي عن الخيول كلما تيسر ذلك (الشكل رقم ٣٦).

ويلحق بالإسطبل كافة المرافق الأساسية مثل مخازن العلف ومذاود التغذية وأحواض الشرب وأحواض الاستحمام وحجرة للولادة وأخرى للرعاية الصحية.

٤- **إسطبلات الأغنام:** يراعى في تصميم إسطبلات الأغنام أن تكون قليلة التكلفة، وقد تكون على هيئة مظلات أو صالات مغلقة، وفي كل الحالات يلحق بها حوش واسع للرعي يخصص به نحو متر ونصف المتر المربع لكل حيوان، ويلحق بالإسطبل كافة المرافق الأساسية ولاسيما غرفة جز الصوف.

•• الحظائر

مشروعات تربية الطيور الداجنة على اختلاف أنواعها والأرانب تعتبر من المشروعات الناجحة التي تدر عائداً وفيراً وسريعاً. وقد تربى الدواجن في المنزل، للوفاء بمتطلبات الأسرة من البروتين الحيواني، وفي تلك الحالة غالباً ما تقتات على متبقيات الغذاء وتترك حرة تسعى بين الطرقات. وقد تربى على نطاق واسع في مشروع استثماري يهدف إلى تحقيق الربح ويشيد لها حظائر مناسبة تلبي متطلبات كافة مراحل الإنتاج على نطاق مناسب يتوافق مع حجم المشروع :

١- حظائر الطيور الداجنة :

في أغلب الأحيان تتضمن حظائر الدواجن مبنى للتفريخ وحضانة للكتاكيت وبيوت للرعاية وعنابر لدجاج اللحم وعنابر لدجاج البيض. ومن المعروف أن سرب الطيور الداجنة يضم كتاكيت صغيرة حديثة التفريخ وقطيع من دجاج اللحم ودجاج البيض.

أ- **مبنى التفريخ :** يستخدم لتفريخ البيض وإيواء الكتاكيت لمدة ٢٤ ساعة، ويصمم على هيئة قاعة واسعة تسمح بتوفر تهوية كافية ودرجة حرارة مناسبة ومستوى رطوبة مرتفع. وعادة ما يلحق بها عدد من غرف الخدمات لتسلم البيض وتخزينه تحت ظروف مناسبة لحين التفريخ ولفحص الكتاكيت وحفظها لحين توزيعها على المربين.

ب - حضانة الكتاكيت: تأوى الكتاكيت من عمر يوم واحد ولمدة أسبوع من تاريخ الفقس حيث تنقل إلى بيوت الرعاية. وهناك عدة أنواع من حضانات الكتاكيت من أهمها حضانة البطاريات والحضانة المتنقلة والحضانة الثابتة. وقد لا يتطلب الأمر توفير حضانات للكتاكيت في المزارع الصغيرة ويكتفي بوضعها في حجرات دافئة جيدة الإضاءة والتهوية. وتحتاج الحضانة سعته ٣ آلاف كتكوت إلى مساحة نحو ١٥ متراً مربعاً، وتصمم على هيئة غرف يفصلها عن بعضها البعض حواجز من السلك بارتفاع نصف المتر. وتكون التدفئة بواسطة دفايات الكيروسين أو البوتاجاز أو الغاز الأحيائي أو الكهرباء أو مواسير المياه الساخنة أو بالهواء الساخن. ويراعى أن يتم تغير الهواء داخل الحضانات بمعدل ثلاث مرات كل ساعة.

ج - بيوت الرعاية: تأوي الكتاكيت (الصيصان) من عمر أسبوع حتى عمر البلوغ، وهى إما أن تكون ثابتة في حالة الخوف على الكتاكيت من تفشى الأمراض أو متنقلة توضع في المراعي وبساتين الفاكهة. وفي الحالة الثانية تستخدم تلك بيوت لمدة عام واحد فقط وتنقل الدواجن إلى بيوت جديدة وتترك البيوت القديمة للتشميس. وعادة ما يأوى كل بيت نحو ١٠٠ كتكوت يقل عددها مع تقدم عمر الكتكوت وزيادة وزنه.

د - عنابر دجاج اللحم: تبدأ تربية الكتاكيت بهدف إنتاج دجاج اللحم منذ مرحلة الحضانة وحتى عمر يتراوح بين ٩-١٤ أسبوعاً، يستطيع خلالها المربي أن يبيع الدجاج على دفعات بينها وقت كاف لتنظيف العنبر وتطهيره. ويراعى أن يخصص متراً مربعاً لكل ١٠-١٥ كتكوت، مع الاهتمام بالتهوية واختيار وسيلة تدفئة مناسبة.

هـ - عنابر دجاج البيض: تبدأ من عشش الدجاج الصغيرة في منازل المزارعين وحتى العنابر الكبيرة متعددة الطوابق. وتتباين المساحة المخصصة لكل دجاجة ما بين ربع إلى نصف متر مربع طبقاً لعدد الطيور. ومن

الأهمية بمكان أن تكون العنابر سهلة التنظيف، طالما أن كل مائة دجاجة متوسطة الوزن تنتج ٤ كيلوجرامات من الزرق يوميا. وتجهز العنابر بأوكار للبيض تتراص فوق بعضها البعض بمعدل وكر لكل أربعة دجاجات.

ويفضل تقسيم السرب إلى مجموعات بين ٣٠٠-٤٠٠ دجاجة يفصل بينها حواجز من السلك مثبتة على حوائط منخفضة الارتفاع تحوطاً لتفشي الأمراض. ويراعى أن يكون المحور الطولي للعنبر في الاتجاه الشرقي الغربي، وتكون شبابيك الواجهة الجنوبية من النوع المنزلق لأسفل وأعلى، وتكون شبابيك الواجهة الشمالية من النوع المائل الذي لا يحدث تيارات هوائية تضر بأسراب الدواجن. وفي بعض التصميمات توضع كل دجاجة بمفردها داخل قفص سلك ارتفاعه ٤٠ سم من الخلف وتنحدر أرضيته إلى الأمام بميل ٠,٧٥ سم بحيث يتدحرج البيض منه إلى الخارج ويكون عرضه ٤٥ سم من أعلى و ٦٠ سم من أسفل، وترص الأقفاص تحت سقف أو مظلة واحدة.

٢- أبراج الحمام:

عادة ما يبنى الحمام البري عشه بمفردة من فروع الأشجار في الكهوف وغيرها، في حين يبني الحمام الداجن عشه فوق عتبات الأبواب والشبابيك. وفي الريف لا تتكلف أبراج الحمام إلا أقل القليل، حيث تعلق جرة أو قواديس من الفخار أو الصفيح في الأسقف بحيث تكون مائلة قليلاً جهة الطرف المسدود، أو ترص على أرفف بالقرب من السقف بحيث لا يصل إليها الفئران أو ابن عرس. وعلى مستوى الإنتاج التجارى تشيد أبراج كبيرة لتربية الحمام الداجن، وتستخدم في البناء أقفاص الجريد أو صناديق الخشب أو الطوب أو الخرسانة. ويجب أن تتجه فتحة البرج متجهة صوب الجنوب أو جنوب الشرق بما يوفر الشمس للحمام. وتبنى الأعشاش لكل زوج من الحمام في أدوار فوق بعضها البعض تصل إلى

خمسة طوابق، وعادة ما يكون ارتفاع العش ٣٠ سم وعمقه ٣٠ سم وعرضه ٦٠ سم حيث يقسم إلى حجرتين، ويوضع رف صغير بعرض ١٥ سم أمام كل عش. ويتركب برج الحمام من غرفة (٢,٣٥ × ٢٣,٢متر) بارتفاع ٢ متر، محاطة بحائط مزدوج سمكه ربع طوبة وبه فراغ سمكه ٦ سم، ويتوسط كل من الجدران الأربعة في الوسط فتحتان قطر كل منهما ١٥سم ولها باب يغلق ليلا للحفاظ على الحمام، ويثبت على الحوائط من الداخل أرفف من الخشب بعرض ١٥ سم تقف عليها الطيور، ويبنى السقف من طبقتين الخشب على هيئة هرمية بارتفاع نحو ٣٠سم. وتثبت الغرفة على قائم مربع من الخرسانة ارتفاعه ٥,٥ متر على قاعدة من الخرسانة المسلحة تغوص في باطن التربة حتى عمق ١,٧٥ سم. ويراعى بناء أبراج الحمام بجوار مورد للمياه الصالحة للشرب.

٣- بيوت الأرانب :

تتكون بيوت الأرانب من مجموعة من الأقفاص تحمي الحيوانات من العوامل الجوية المعاكسة. ويجب أن يتناسب حجم القفص مع عمر الأرنب ووزنه، وعادة ما يكون بعمق ٠,٧٥ متر وبارتفاع ٠,٦٠ متر ويصل طوله إلى المتر للأعمار الصغيرة وحتى ١,٧٥ متر للأعمار والأحجام الكبيرة. وترص الأقفاص بجوار بعضها في عدة أدوار ترتفع عن سطح التربة بما لا يقل عن ٣٠ سم.

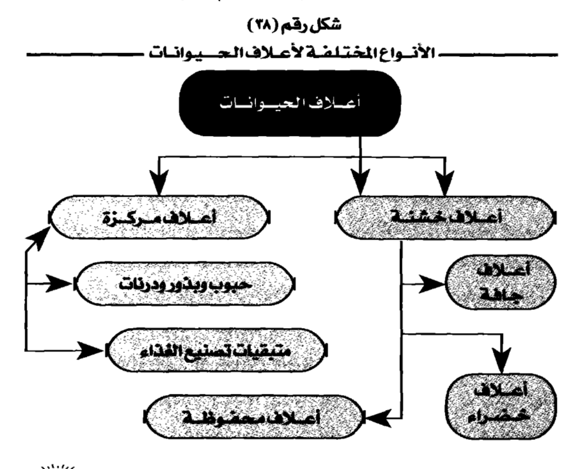
ويوضح الشكل رقم (٣٧) نموذج لبيوت الأرانب من جزئيين لكل قفص في ثلاثة طبقات متتالية. ويفضل أن تكون الأرضيات من السلك لتسهيل التنظيف، وتجهز المساكن بمورد دائم لمياه الشرب وبأواني للغذاء وأعشاش للولادة وحجرات لرعاية الصغار.

•• أعلاف الحيوانات والدواجن :

عند تطبيق نظم الزراعة النظيفة يشترط تغذية الحيوانات والدواجن على علائق مصنعة من مواد طبيعية خالية من أي إضافات كيمائية. وتتنوع أعلاف الحيوانات والدواجن تنوعا كبيراً، بيد أنه يمكن تقسيمها على أساس صفاتها إلى أعلاف مركزة وأعلاف خشنة، أو على أساس تركيبها الكيماوي إلى نشويات وبروتينيات ودهون وألياف، أو على أساس وظيفتها في الجهاز الهضمي إلى مواد مالئة ومركزات، أو على أساس نوعها إلى حبوب وبقول وكسب، أو على أساس وظيفتها لتوفير الطاقة أو كعناصر لبناء الجسم، أو على أساس مصدرها كمتبقيات عضوية من الصناعات الغذائية أو الحاصلات الزراعية. وبصفة عامة لا يوجد تقسيم واضح مقبول من الجميع، ولكن التقسيم الأكثر شيوعا هو تقسيم الأعلاف إلى مواد أعلاف خشنة وأعلاف مركزة (الشكل رقم ٣٨).

شكل رقم (٣٨)

الأنواع المختلفة لأعلاف الحيوانات



وتتضمن الأعلاف الخشنة كافة الأعلاف الخضراء من مختلف محاصيل الحقل الشتوية والصيفية مثل البرسيم والذرة الشامية والأعلاف الجافة من مختلف المتبقيات النباتية الخشنة مثل قش الأرز والتبن والأعلاف المحفوظة مثل الدريس والسيلاج. وتتصف الأعلاف الخشنة باحتوائها على نسبة عالية من الألياف قد تصل إلى ١٦٪ وغالبا ما تكون قيمتها الغذائية منخفضة، غير أن لها أهمية كبيرة في شعور الحيوان بالشبع وتنبيه انقباضات معدته وأمعاءه وتسهل عملية إخراج الروث.

وتتضمن الأعلاف المركزة الحبوب ومتبقيات التصنيع الغذائي ولاسيما متبقيات المطاحن والمضارب ومعاصر الزيوت ومصانع النشا والسكر والخميرة وغيرها. وتتصف الأعلاف المركزة بارتفاع قيمتها الغذائية وقلة محتواها من الألياف وبقيمتها الهضمية التي تساعد الحيوان على الاستفادة من محتوى العلف من العناصر المغذية.

ومن الجدير بالذكر أن تحضير عليقه الطيور الداجنة يعتبر أكثر صعوبة من تحضير عليقة الحيوانات المجترة تحت ظروف الزراعة النظيفة حيث يتحتم أن يتوفر بها عدد من الأحماض الأمينية ومصدر للطاقة يكون عادة الذرة والقمح والشعير، ومصدر للألياف يكون عادة النخالة والبرسيم المجفف، ومصدر للبروتين عادة ما يكون جيلاتين الذرة والفول والخميرة الجافة وفول الصويا، ومصدر للمعادن عادة ما يكون عادة كربونات الكالسيوم أو المحار أو فوسفات الكالسيوم الأحادية أو ملح الطعام، ومصدر للفيتامينات عادة ما يكون من الأعشاب البحرية أو زيت كبد الحوت. ويشيع تحت ظروف الزراعة النظيفة تغذيه الدواجن على عليقة من ٤٤٠٥٪ (قمح - أذرة - شعير)، ١١٠٥٪ جيلاتين الذرة، ٢٦٪ (فول - بسلة)، ٧٠٥ ٪ محار، ٥٪ عليقة خضراء (برسيم)، ٢٪ معادن، ٢٪ زيت طعام، ٥ ,١٪ مولاس.

•• الأعــلاف الخـشنــة

■ **الأعلاف الخضراء:** نعـاني من عـجـز شـديد في الأعـلاف طوال فصل الصيف، رغماً من أن هناك فائض كبير من الأعلاف الخضراء خلال أشهر الشتاء، مما يحبذ تحويل الأعلاف الخضراء الفائضة خلال فصل الشتاء إلى دريس أو سـيلاج يمكن حفظه لتوفير عـلائق الحيوانات طوال العـام مما يدعم الإنتـاج الحـيـواني ويسـاهم في خـفض أسـعـار اللحـوم ومنتجات الألبان.

وفي فـصل الشـتـاء يتـوفر كـثـيـر من مـحـاصـيل العلف الأخـضـر مـثل البـرسيم المسقـاوي والجلبان وحشيشـة الراي وبنجر العلف، في حين تتوفر الذرة الـدراوة والسـورجـوم وحـشـيـشـة السـودان والذرة السكرية والدخن والدنيبة والأمشوط ولوبيا العلف والكشرنجيج والجوار في فصل الصيف. ويشيع أيضا تغذية الحيوانات على البرسيم الحجازي وعلف الفيل وهي من المحاصيل المعمرة. ويجب أن تستخدم نباتات علف أخضر منتجة تحت نظم الزراعـة النظيـفة، وخـاليـة من مـتـبـقـيـات الكيـمـاويات الزراعـيـة، لتـغـذية الحيـوانات دون غيـرها درءاً لتـعـاظم تركـيـز الملوثات في السلسلة الغـذائية والبيئة.

■ **الأعلاف الجافة:** تتضمن نوعيات متعددة من المتبقيات النبـاتية الخشنة تتولد بصفة دائمة وبكميات ضخمة عن الإنتاج الزراعي النبـاتي. وتتـسم المتـبـقـيـات النبـاتيـة الخـشنة بصـفـة عـامـة بمحـتـوى مـرتفع في الكربوهيدرات بينما تفتقر إلى البروتينات والليبيدات. ويوضح الجدول رقم (٢٧) المواصفات القياسية للأعلاف الجافة.

وفي كثـيـر من الأحـيـان يشكل التـصـرف في بعض المتـبـقـيـات النبـاتيـة الخشنة مثل متبقيات الحاصلات الحقلية والبستانية مشكلات بيئية تعاني منها كثير من الدول النامية. وفي بعض الأحيان يستخدم القليل من تلك المتبقيات في تغذية الحيوانات على أسس غير سليمة.

ونظراً لأن تلك المتبقيات تتصف بالخشونة فهى تشعر الحيوان بالشبع والامتلاء وتيسر له عمليتي الهضم والاجترار، ناهيك عن أن محتواها من الكائنات الحية الدقيقة يتوطن في كرش الحيوان ويساعده على هضم المواد صعبة التحلل. وتعتبر القيمة الغذائية لأغلب تلك المتبقيات منخفضة ومن الموصى به تقليلها في علائق حيوانات اللبن والحيوانات الحامل والرضيعة وحيوانات التسمين وإحلالها بالدريس.

وبعض المتبقيات النباتية الخشنة تستخدم كما هي في تغذية الحيوان مثل الأتبان وقش الأرز، في حين يحتاج بعضها الأخر إلى الجرش أو الطحن أو التقطيع مثل حطب وقوالح الذرة ومصاصة القصب. ومن أهم الأتبان التي يشيع استخدامها في تغذية الحيوانات أتبان القمح والشعير والراي والفول البلدى والبرسيم والعدس والحمص والحلبة. وتتصف تلك الأتبان بانخفاض قيمتها الغذائية وارتفاع محتواها من الألياف مع نسبة قليلة من الدهون ونسبة متوسطة من الرماد الغني بالسيلكا. وتعتبر الأتبان من الأعلاف غير الشهية التي لا تستسيغها أغلب الحيوانات. ونظراً لتباين الأتبان فيما بينها في قيمتها الغذائية حيث يتفوق تبن الشعير على تبن القمح، وتتفوق الأتبان البقولية على الأتبان النجيلية، يوصي بخلط الأتبان المتوفرة في المزرعة قبل تقديمها للحيوانات. ومن ناحية أخرى تعتبر الأتبان بمثابة مادة مالئة خشنة فعالة عند خلطها مع الأعلاف الملينة مثل رجيع الكون والنخالة والذرة وكسب الكتان والمولاس.

وتستخدم الأتبان بكثرة خلال موسم الصيف عند شحة الأعلاف، بيد أن الإسراف في تغذية الحيوانات عليها له عواقب غير مرغوبة، ويجب أن لا تتعدى كمية التبن التي يتناولها الحيوان يوميا ١٪ من وزنه الحي. ويمكن أن يحل قش الأرز محل التبن خلال شهور الشتاء لتغذية الحيوانات بعد معالجته بطريقة مناسبة.

جدول رقم (٢٧)

المواصفات القياسية للأعلاف الجافة

مواد الأعلاف	المواصفات القياسية
الأتبان	من محصول نفس العام وخالية من المواد الغريبة والعفن، ولا يتعدى طول جزيئاتها ٨ سنتيمتر، ولا تتعدى نسبة رطوبتها بها ١٠٪ ونسبة الرماد بها ١٣٪ ونسبة المواد الغريبة بها ٤٪.
قش الأرز	من محصول نفس العام وخال من المواد الغريبة والعفن، ولا تتعدى نسبة رطوبته ١٢٪ ونسبة المواد الغريبة به ٤٪.
حطب الذرة	من محصول نفس العام جاف خال من المواد الغريبة والعفن، ولا تتعدى نسبة رطوبته ١٣٪
قوالح الذرة	من محصول نفس العام خالية من المواد الغريبة والعفن، ولا تتعدى نسبة رطوبتها ١٢٪ .
مصاصة القصب	من محصول نفس العام خالية من المواد الغريبة والعفن وغير متخمرة، ولا تتعدى نسبة رطوبتها ١٢٪ ونسبة الرماد بها ٤٪ ونسبة الألياف الخام بها ٤٧٪
سرسة الأرز	من محصول نفس العام نظيفة جافة خالية من المواد الغريبة والعفن، ولا تتعدى نسبة رطوبتها ٩٪ ونسبة الرماد بها ٢٤٪.
قشر بذرة القطن	من محصول نفس العام نظيف خال من المواد الغريبة والعفن وغير متخمر، ولا تتعدى نسبة الرماد به ٤٪ ونسبة الألياف الخام به ٤٢٪
قشر العدس	من محصول نفس العام نظيف خال من المواد الغريبة والعفن، ولا تتعدى نسبة الرماد به ٦٪ ونسبة الألياف الخام به ٣٠٪
قشر فول السودانى	من محصول نفس العام نظيف خال من المواد الغريبة والعفن، ولا تتعدى نسبة رطوبته ١٥٪ ونسبة الرماد به ٥٪ ونسبة الألياف الخام به ٥٥٪
قشر الفول البلدى	من محصول نفس العام نظيف خال من المواد الغريبة والعفن، ولا تتعدى نسبة الرماد ٦٪ ونسبة الألياف الخام ٤٢٪

وتستخدم جميع الأحطاب المتبقية عن الذرة الشامية والذرة الرفيعة كمادة خشنة في أعلاف الحيوانات بعد تقطيعها أو جرشها. ويشيع استخدام قوالح الذرة بعد جرشها في تغذية الحيوانات، وقد تجرش الكيزان بدون فصل الحبوب مما يرفع القيمة الغذائية للعلف.

وعلى الرغم من أن القيمة الغذائية لسيقان القطن الجفافة تعتبر منخفضة للغاية، فقد تضاف إلى علائق الحيوانات كمادة مالئة بعد طحنها وخلطها مع التبن والقش. وتستخدم القشرة الخارجية لحبوب الأرز بعد طحنها في تغذية الحيوانات رغم فقرها في العناصر الغذائية، غير أنه من الموصى به أن لا تزيد السرسة في الأعلاف المخلوطة عن ١٥٪. ويستخدم قشور بذرة القطن والعدس والفول البلدى والفول السودانى ونشارة الخشب كمادة مالئة في أعلاف الحيوانات طالما أنها من محصول نفس العام وخالية من المواد الغريبة.

ويمكن تحضير أطباق أعلاف للحيوانات من المتبقيات النباتية الجافة الغنية في المواد اللجنوسيليلوزية بتنمية نوعيات معينة من الحشائش والنباتات الخضراء بها مثل الشعير والحلبة والراى والسورجوم وخلائطهم للاستفادة بقدرة تلك المتبقيات على الاحتفاظ بالرطوبة بما يسمح بنمو سريع للنباتات (الشكلين رقمى ٣٩ ، ٤٠). وبعد زراعة النباتات في المتبقيات النباتية الخشنة يوالى رى الأطباق لعدة أيام حتى يصل طول النباتات إلى نحو ١٠-١٥ سم تقدم بعدها كامل الأقراص بما فيها من جذور ونمو خضرى كعلف للحيوانات.

وتحت نظم الزراعة النظيفة يمكن تحسين القيمة الغذائية للمتبقيات النباتية اللجنوسيليلوزية بالاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة التي تحول محتواها من المواد السكرية أو النشوية أو السليولوزية إلى كتلة أحيائية من الكائنات الحية الدقيقة. وبعض تلك الكائنات الحية الدقيقة يمكنها التعامل

مباشرة مع السليولوز وتحويله إلى مواد غنية بالبروتين (١٠ - ١٥٪) مما يزيد من قيمته كعلف. كما يمكن أيضا خلط المواد العضوية قبل الزراعية ببعض النباتات الطبية والعطرية :

- **الأعلاف المحفوظة:** تتضمن بصفة أساسية كلا من الدريس والسيلاج بمختلف أنواعه.

- **الدريس:** يهدف تصنيع الدريس إلى خفض نسبة رطوبة النباتات حتى نحو ١٥٪ بما يحول دون نشاط الإنزيمات والكائنات الحية الدقيقة، وبالتالى يتسنى تخزين نباتات العلف الخضراء لحين الحاجة إليها دون أن يتطرق إليها الفساد أو تنخفض قيمتها الغذائية. ويفضل تصنيع الدريس من النباتات ذات السيقان الرفيعة مثل الشوفان الأخضر والبرسيم المسقاوي والبرسيم الحجازى ولوبيا العلف والجوار. ونظراً لأن نباتات العلف الأخضر تقل قيمتها الغذائية ويتدنى محتواها من البروتين ويزيد محتواها من الألياف كلما تقدمت في العمر، يوصى بحشها في مرحلة ما قبل الإزهار مع مراعاة الحش قبل اكتمال ظهور ١٠٪ من الزهور. ويمكن تصنيع الدريس من نبات مفرد أو مخلوط أكثر من نبات بقولي وغير بقولي، ويوصى بحفظه بعد التجفيف في بالات عادة ما تحزم بألياف نباتية. ويمكن تحضير دريس مطابق للمواصفات القياسية عند مراعاة الوقت المناسب لتجفيف النباتات في جو مشمس خال من الأمطار، وعادة ما يتم التجفيف في غضون يومين إلى ثلاثة أيام.

وتنص المواصفات القياسية لدريس البرسيم المسقاوى أن يكون ناتجاً من إحدى حشات البرسيم قبل نهاية شهر أبريل من محصول نفس العام، ويكون لونه مخضراً ويحتفظ بالأوراق والسيقان، ويكون جيد الجفاف مقبول الرائحة خالٍ من العفن والطين والحشائش السامة ولا تتعدى نسبة النباتات المزهرة به ٥٪، ولا تزيد نسبة الرطوبة به عن ١٥٪ ولا نسبة البروتين الخام به عن ١٠٪.

وتنص المواصفات القياسية لدريس البرسيم الحجازى أن يكون أخضر اللون ومحتفظاً بالسيقان والأوراق، وأن يكون جافاً تماماً مقبول الرائحة خال من العفن والطين والنباتات السامة ولا تزيد نسبة النباتات المزهرة به عن ١٠٪ ولا تتعدى نسبة رطوبته ١٢٪ ولا يقل محتواه من البروتين الخام عن ١٢٪ .

ويتفوق الدريس على السيلاج في إمكانية تخزينه لفترات أطول طالما أن السيلاج تتناقص قيمته الغذائية تدريجيا بعد فتح المكمورة. ويعتبر الدريس مصدراً جيداً للطاقة والبروتين والفيتامينات والعناصر المعدنية التي يحتاجها الحيوان، وهو سهل الهضم ولا يسبب ثقلاً في المعدة ويسهل تداوله ويمكن أن يحل محل الأعلاف المركزة. ومن ناحية أخرى لا يحتاج الدريس إلى بذل مجهود في تحضيره، ويفقد جزء من قيمته الغذائية مع فقد أوراق النباتات أثناء التحضير، كما أنه يتأثر سلباً بهطول الأمطار وهبوب الرياح أثناء تحضيره وتخزينه. والدريس معرض للحريق، وهو من الأمور الشائعة في الريف، كما أن تخزينه يحتاج لمساحات كبيرة.

■ **السيلاج:** نظراً للصعوبات التي تصاحب تجفيف المتبقيات العضوية شمسياً بغية استخدامها في تغذية الحيوانات من حيث توفر مساحات شاسعة لفردها وسطوع قوى ودائم للشمس على مدار العام، تستخدم السيلجة كوسيلة لزيادة درجة حموضة تلك المتبقيات، بفعل التخمر اللاهوائي مما يحفظ العلف الناتج لفترات طويلة ويكسبه طعما تستسيغه الحيوانات. ويمكن تصنيع السيلاج لتغذية الحيوانات المرباة تحت نظم الزراعة النظيفة من النباتات الخضراء أو أي متبقيات عضوية مثل متبقيات الإنتاج النباتي والتصنيع الغذائي، كما يمكن أيضاً سيلجة المكون العضوي في القمامة.

ويؤدي تصنيع السيلاج من النباتات الخضراء في مواسم وفرتها إلى

عدم فقد المحاصيل أثناء التخزين من جراء التعرض لظروف جوية غير مواءمة، كما يهيئ فرصة كبيرة لتربية أعداد غفيرة من الحيوانات في مكان محدود. ويعتبر السيلاج من الأعلاف عالية القيمة الغذائية الخالية من الكيماويات الزراعية رخيصة الثمن والتي يمكن توفيرها على مدار العام. وأثناء عملية السيلجة يتم القضاء على كثير من بذور الحشائش الضارة التي قد تكون موجودة مع المحاصيل الخضراء بالإضافة إلى أن السيلاج الناتج يكون أكثر استساغة للحيوانات. ويحتاج تخزين المحصول الناتج من نفس مساحة الأرض إلى حيز أقل لتخزينه كسيلاج مقارنة بالعلف الجاف.

وعادة ما يتم سيلجة تبني المتبقيات العضوية تحت ظروف لاهوائية بخلط كل طن منها مع ١٠٠ كيلوجرام أذرة مجروشة و٦٠ كجم مولاس و ٣ لتر من حامض الأرثوفوسفوريك. وتتم عملية السيلجة في غضون ٤ – ٦ أسابيع حسب درجة الحرارة، حيث تتحول المتبقيات العضوية إلى سيلاج جيد تقبل الحيوانات على تناوله.

وهناك العديد من نباتات العلف الأخضر تصلح لعملية السيلجة، يعتبر البرسيم من أهمها حيث يسهل تحويله إلى سيلاج ذي نوعية جيدة بدون فقد كبير في قيمته الغذائية. وعند إنتاج السيلاج من البرسيم يجب مراعاة ضبط نسبة الرطوبة بخلطه بمواد نباتية جافة مثل قش أو تبن البسلة. وعادة ما يوضع البرسيم والقش في طبقات متبادلة في حفرة السيلاج تحت ضغط جيد. ويمكن سيلجة البرسيم الناتج من كل الحشات مع مراعاة أن البرسيم في بعض الحشات (في شهر مارس وإبريل) يكون ذا رطوبة أقل ويعطى سيلاج ذو نوعية عالية.

ويمكن سيلجة سيقان الذرة الشامية في مرحلة الطور العجيني حيث تفرم وتضغط في حاويات السيلجة، مع مراعاة عدم تعزيزها بالمولاس قبل سيلجتها لأنها غنية في محتواها من الكربوهيدرات. ويراعى عند سيلجة

الذرة السكرية أن النباتات صغيرة السن تحتوى على حامض البروسيك الذى يسبب نفوق الماشية والأغنام. ويجب أن يتم حصاد المحصول قرب النضج لضمان غياب هذا الحامض، وعندما يحول المحصول إلى تبن أو علف جاف يتكسر جزء كبير من هذا الحامض إلا إنه ينتهي تماماً مع سيلجة النباتات. ويفضل حش المحصول لسيلجته عندما تكون البذور في مرحلة الطور اللبنى حتى لا يكتسب السيلاج طعما عالى الحموضة. كما يمكن سيلجة عروش البطاطا أو أطراف قصب السكر أو أوراق الموز أو سيقان الخضراوات أو أوراقها .

وتجرى سيلجة نباتات العلف الأخضر بحفظها مضغوطة في غياب الهواء الجوي (الأكسجين) داخل حفرة عادية أو صومعة مبنية حيث تواصل خلايا النباتات تنفسها حتى تستهلك الأكسجين الموجود في الصومعة تماماً ويحل محله غاز ثاني أكسيد الكربون وماء وحرارة. وفي غضون خمسة ساعات تقريباً من بداية عملية السيلجة ينفذ الأكسجين تماما مما يحول دون نمو الكائنات الحية الدقيقة الهوائية ولاسيما فطريات العفن وتتضاعف أعداد البكتيريا اللاهوائية التي تخمر السكريات إلى أحماض عضوية مثل اللاكتيك والخليك، مما يوقف نمو البكتيريا غير المرغوب فيها ولاسيما تلك التي تتسبب تحلل البروتينات وتفضى إلى تعفن السيلاج وفساده. وعندما يبلغ مستوى الحموضة حدا معينا يقف التخمر وتبقى نباتات العلف محفوظة كما هى بدون تغير محسوس. ومن الظواهر شائعة الحدوث أثناء عملية السيلجة تغير لون النبات المكمورة إلى اللون البني الغامق أو الأسود من جراء الحرارة العالية التي تسبب تفحم المركبات العضوية. وغالبا ما يحدث ذلك عندما تكون النباتات المسيلجة جافة وغير جيدة الكبس وبالتالي ينساب إليها الهواء ويساعد في عمليات الأكسدة ورفع درجة الحرارة. وعندما تكون درجة الحرارة في الصومعة معتدلة يتحول السيلاج إلى اللون الأخضر المصفر أو الأخضر الذى يميل إلى

السمرة وربما يتحول إلى اللون الذهبي. وبصفة عامة يراعى في عملية السيلجة ما يلى:

- تجهز الصومعة أو الحفرة المناسبة مع التأكد من سلامة جدرانها، وإحكام غلق أبوابها في حالة الصوامع ذات الأبواب، لمنع دخول الهواء أثناء عملية السيلجة، وبما يمنع نمو الفطريات التي تفسد السيلاج. ويجب أن تكون جدران الصومعة ملساء كي لا تلتصق بها المواد المسيلجة وتكون صلبة وقوية تتحمل الضغط الناتج عن كبس النباتات ·
- تجنب حصاد النباتات في الأيام المطيرة حتى لا تكون مبللة يصعب نقلها وتعبئتها في الصومعة ·
- تحدد كمية النباتات التي يتم سيلجتها طبقا لحجم القطيع بما يضمن الإمداد المستمر بالسيلاج أثناء شهور الصيف التي لا يتوافر فيهما الأعلاف الخضراء ·
- يتم حصاد النباتات عند مرحلة نمو مناسبة لإنتاج سيلاج عالي القيمة، ويفضل مرحلة نمو لا تكون فيها النباتات جافة وعالية الرطوبة.
- يفضل اختيار نباتات العلف الأخضر ذات السيقان المصمتة عن تلك ذات السيقان الجوفاء لأنه في الحالة الأولى تكون كميات صغيرة من الهواء موجودة في الكتلة المسيلجة بعد أن تعبأ في الصومعة بعكس تلك النباتات ذات السيقان الجوفاء التي لابد أن تكبس وتضغط جيدًا في الصومعة لضمان خروج أكبر قدر من الهواء خارج الكتلة المسيلجة.
- يوصي بتجفيف النباتات في الحقل عدة ساعات كلما تطلب الأمر ذلك ولاسيما النباتات البقولية والحشائش الغضة حتى لا يزيد محتوى الرطوبة للنباتات المسيلجة عن ٧٠ - ٧٥٪ لضمان الحد

من التخمر البيوتريكى، ناهيك عن إن التجفيف يقلل كمية السوائل التي ترشح من السيلاج وتحفظ للسيلاج قيمته الغذائية.

- يتم فرم النباتات قبل سيلجتها لضمان جودة كبسها وضغطها في الصومعة (الشكل رقم ٤١)، وينبغى زيادة مساحة السطح المعرض من النباتات لمهاجمة البكتيريا مما يسرع من تكون الحامض.
- يختار خليط النباتات المزمع سيلجته من النباتات البقولية ونباتات العلف الأخرى، ومن أشهر تلك المخاليط الذرة السكرية + البرسيم الحجازي بنسبة ١ : ٣، وقش الأرز + البرسيم بنسبة ١ : ٥ ، الذرة البيضاء + اللوبيا بنسبة ١ : ٣ .
- يضاف المولاس إلى النباتات المسيلجة بما يحسن من نوعية السيلاج، وتضاف الأملاح لتسبغ طعماً مقبولاً للسيلاج.
- تملأ الصومعة في طبقات متتالية بسمك ٣٠ سم مع مراعاة تجانس وتوزيع النباتات المجزئة وتكبس جيداً.

وبعد أن تملأ الصومعة تغطى بالقش الرطب أو بنشارة الخشب أو بأي مواد أخرى ثم تعزل تماماً بطبقة من التربة بسمك ١٥ - ٣٠ سم. ويمكن أن يقلل الفقد عند السطح إلى أدنى حد بتغطية العلف بعد أن يسوى سطحه ويكبس جيداً بغطاء من البلاستيك أو بولي الإيثلين. وبعد التغطية توضع أثقال من الأحجار أو جذوع الأشجار الثقيلة لحفظ الكبس الجيد. ويفضل عمل مظلة بسيطة لتحمي الصومعة من الأمطار. ويتم الكشف كل حين على الصومعة كي يحكم غلق أي شروخ أو تصدعات بها. ويجب أن تكون هناك فتحة صغيرة قريبة سطح السيلاج ينساب منها ثاني أكسيد الكربون للخارج. ومن النادر جداً تكوين غاز ثاني أكسيد النيتروجين الأصفر السام في السيلاج.

وهناك عدة أشكال من الصوامع أو الأبنية التي تستخدم في تصنيع

السيلاج منها الكومة والصومعة البرج والصومعة الخندق والصومعة الحفرة وغيرها. وتحت ظروف القرى والمزارع الصغيرة فإن نظام الصومعة الحفرة أو الكومة وكذلك الصومعة الخندق هو الأكثر مناسبة ٠

ويجب أن تكون الصومعة الحفرة في مكان مرتفع يحمي المواد المسيلجة من التلف بفعل الأمطار أو مياه الصرف. ويراعى تجنب الأماكن ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع لأن وجود مستوى ماء أرضي مرتفع يسبب فساد السيلاج بدءاً من قاع الحفرة إلى أعلى. وإذا لم يمكن تجنب ذلك تبطن جوانب الحفرة والقاع بالطين والنباتات الجافة، ويفضل أن تكون الحفرة قريبة من مكان تغذية الحيوانات كلما أمكن ذلك ٠

وتعتبر كومة السيلاج من أبسط طرق إنتاج السيلاج ولا تعدو كونها كومة تبنى فوق سطح الأرض، ويفضل أن تكون دائرية بارتفاع حوالي مترين ولا يقل قطرها عن ثلاثة أمتار. وقد تبين أن الكومة ذات القطر ثلاثة أمتار عندما تبنى وتضغط فيها النباتات المسيلجة حتى يصل ارتفاعها إلى مترين تستوعب نحو ٢٥ طناً من السيلاج، ويمكن زيادة قطرها طبقاً لكمية النباتات المتاحة للسيلجة. وعند بناء كومة السيلاج يجب أن تترك الطبقة السفلى من الكومة حتى ترتفع حرارتها إلى ٣٠ م في الشتاء ثم يوالى بناء الطبقات التالية، وتداس الكومة بالأقدام أو تضغط بالجرار بين كل طبقة وأخرى لضمان كبس النباتات الخضراء وطرد الهواء. وبعد الانتهاء من بناء الكومة تغطى بطبقة من القش أو الحشائش الخشنة قبل أن تغطى بطبقة من التربة بسمك حوالى ٣٠ سم مع وضع أثقال على سطح الكومة حتى نضمن تمام الإنضغاط ٠

وبصفة عامة تعتبر الكومة اقتصادية وذات تكلفة منخفضة ويمكن بنائها في أى مكان سواء في الحقل أو بالقرب من القطيع الذى سيتغذى على سيلاجها. وتعتبر بمثابة طريقة مثلى يمكن الركون إليها في حالة

الضرورة عندما يتعرض محصول العلف الأخضر للآفات أو للضرر من جراء سوء الأحوال الجوية. وقد يصعب ضغط النباتات المسيلجة داخل الكومة جيدا لعدم وجود جدران لها، مما يفضى إلى تسرب الهواء إليها مسبباً ارتفاع درجة حرارتها مما يزيد من نسبة الفقد والفساد في السيلاج مقارنة بالطرق الأخرى.

ويعبر لون السيلاج عن نوعيته حيث يكتسب السيلاج الجيد لون أخضر مصفر قد تتخلله بعض المواد ذات اللون البني الغامق التي تتكون بفعل الحرارة الزائدة أو التعبئة والغلق غير المحكم أو من جراء قلة المحتوى الرطوبي. وعادة ما يكتسى السيلاج بلون أخضر غامق يتدرج حتى الأسود عندما ترتفع نسبة رطوبته. ويتصف السيلاج الجيد بالنظافة والخلو من الروائح غير المرغوبة وتستسيغه الحيوانات. ويجب أن توخي الحرص عند تقديمه للحيوانات لتلافي ظهور أى رائحة في اللبن. وتدل رائحة حامض البيوتريك القوية ورائحة الأمونيا ورائحة العفن على فقد كبير في القيمة الغذائية للسيلاج. ويمكن معرفة ما إذا كان السيلاج ذا رطوبة عالية أم لا عن طريق عصر كمية من السيلاج بالأيدى، وعندما تسيل منه المياه بسهولة يعتبر ذو رطوبة عالية.

ويتوقف التركيب الكيميائي للسيلاج على نوع النباتات المسيلجة وعلى طريقة السيلجة ودرجة الانضغاط داخل الصومعة. ويمكن الحكم على نوعية السيلاج بتقدير قيمة رقم الأس الإيدروجينى به. وبوجه عام يقل تركيز حامض البيوتريك في السيلاج الجيد عن ٠,٠٠٢ ٪، ويقل محتواه من النيتروجين الأمونيومى عن ١١٪ من مجمل النيتروجين الكلي به. ويمكن تصنيف السيلاج إلى ثلاث مجموعات:

- سيلاج من الدرجة الأولى يحتوي على ١٥٪ أو أكثر من البروتين الخام، ويحضر من الحشائش صغيرة السن أو النباتات البقولية.

- سيلاج من الدرجة الثانية يحتوي على ١٠٪ من البروتين الخام ويحضر من الحشائش في طور التزهير والنباتات البقولية.
- سيلاج من الدرجة الثالثة يحتوي على أقل من ١٠٪ من البروتين الخام، ويحضر من الحشائش في مرحلة تكوين الحبوب وغالباً من النباتات النجيلية مثل الذرة الشامية أو الذرة الرفيعة ٠

ويمكن تعويض النقص في المواد الكربوهيدراتية القابلة للتخمر بإضافة مادة سكرية إلى النباتات قبل سيلجتها مثل المولاس الذي يتحول بسرعة إلى حامض لاكتيك يحفظ النباتات. ويمكن الحد من نشاط البكتريا الضارة بإضافة حامض إلى النباتات لخفض قيمة رقم الأس الإيدروجيني بها حتى مستوى ٤ وهي تكفي لمنع البكتريا الضارة من النمو.

ومن المعروف إن السيلاج المحتوي على ١- ٢٪ حامض لاكتيك يكون مستساغاً للحيوانات وثابتاً لا يتغير حيث أن قيمة رقم الأس الإيدروجيني به تقل عن ٤، ولا يتواجد به حامض بيوتريك. ولتحقيق ذلك يجب آن تكون نسبة السكريات الموجودة في المواد المسيلجة حوالي ١ - ٢ ٪. ويوصي في حالة محاصيل العلف ذات المحتوى العالي من البروتين مثل البرسيم الحجازي بإضافة ١٥ لتراً من المولاس تذاب في ١٥٠ لتر مياه لكل طن من النباتات المسيلجة. وتحدد كمية المياه المستخدمة في عملية السيلجة حسب حالة النباتات ودرجة الحرارة بما يحقق توزيع المحلول السكرى داخل كامل الصومعة. وفي حالة تسميد المحصول بجرعات كبيرة من النيتروجين آو احتوائه على جزء كبير من البرسيم أو البقوليات الأخرى يوصي بزيادة كمية المولاس ثلاث أضعاف الجرعة المعتادة. ويضاف المحلول السكري باستخدام رشاشة تقليدية أو مضخة صغيرة أثناء ملء الحفرة أو بناء الكومة. ولا يضاف المولاس إذا كان المحصول غنيا بالسكريات، مثل نباتات الذرة، رغما من أن زيادة المولاس غير ضارة ولا تعدو نوعاً من الإسراف.

وقد يضاف الحامض بكميات كافية عند تعبئة الحفرة أو بناء الكومة بغية خفض رقم الأس الإيدروجيني حتى ٤ أو ٣,٥. وفي بعض الأحيان يضاف مخلوط من الأحماض المعدنية القوية مثل حامض الهيدروليك أو حامض الكبريتيك. وعادة ما يخفف مخلوط الأحماض المركزة أولا إلى درجة مناسبة (٢ عيارى أو ٩٪) بإضافة كمية محدودة من الحامض إلى كمية محسوبة من الماء في برميل من الخشب (يضاف الحامض إلى الماء وليس العكس). ويرش عادة نحو ٥٥ إلى ٦٠ لتراً من الحامض المخفف على كل طن من النباتات قبل سيلجتها بما يضمن توزيع الحامض على كل المواد النباتية المسيلجة ٠

وقد ينثر على السيلاج بعض المواد الحافظة مثل صوديوم ميتا ثنائي سلفيت بمعدل ٤ إلى ٨ كجم لكل طن من العلف في عملية السيلجة، بغية وقف نمو البكتريا التي تسبب تخمرا غير مرغوب. ومن المعروف أن الأملاح المعدنية تجعل السيلاج أكثر استساغة للحيوانات وتساعد على زيادة نشاط البكتريا وتسهل خروج العصير من الخلايا النباتية مما يهيئ ظروفاً مناسبة لعملية السيلجة.

ويمكن التحكم في درجة الحرارة بعدة طرق من أهمها طرد الهواء خارج الصومعة وجعل المواد المسيلجة منضغطة بقدر الإمكان. بيد أن الطريقة الأكثر شيوعاً هى وضع طبقة من التربة بسمك ١٥ - ٣٠ سم على سطح النباتات المسيلجة.

وتكون النباتات المسيلجة جاهزة للاستخدام كعلف بعد حوالي شهرين إلى ثلاثة شهور وعندها يؤخذ السيلاج يوميا ويقدم للحيوانات. ويراعى أن تفتح الصومعة عندما يقل أو ينعدم العلف الأخضر في المزرعة ويؤخذ منها السيلاج يومياً بالقدر المطلوب الذي يفي بحاجة الحيوانات.

ويؤخذ السيلاج من فتحة صغيرة في الصومعة (الشكل رقم ٤١) مع

عدم تعريض مساحة كبيرة من النباتات المسيلجة للهواء الجوي تجنباً لجفاف السيلاج وفساده. وعند وجود نموات فطرية يتحتم التخلص من الطبقة السطحية من السيلاج ولا تقدم لتغذية الحيوانات. ويصلح السيلاج لتغذية كل أنواع الماشية، غير أنه في حالة تقديمه لمواشي اللبن يجب الاحتياط لتلافي ظهور أى رائحة في اللبن. وتتغذى البقرة الواحدة على نحو ٢٥ كجم من السيلاج يوميا تعادل ٣٥ كجم من العلف الأخضر. ويفضل أن تبدأ التغذية بكميات قليلة (٤ - ٥ كجم /بقرة/يوم) ثم تزاد تدريجياً حتى تصل إلى الكمية المطلوبة بما يهيئ للحيوان التأقلم على العلف الجديد. ويحتوى السيلاج على كل العناصر الغذائية الضرورية لنمو الحيوانات، ويمكن استخدامه باطمئنان في موسم نقص العلف الأخضر.

•• الأعلاف المركزة

تشمل الحبوب والبذور والدرنات الجافة مثل حبوب الذرة الشامية وأذرة المكانس والشعير وبذرة القطن. وتشمل أيضاً تنوعاً كبيراً من متبقيات التصنيع الغذائي مثل متبقيات صناعة النشا من الجلوتين وقشور وحبوب وجنين الذرة، ومتبقيات صناعة السكر من المولاس ولب بنجر السكر، ومتبقيات صناعة البيرة من المولت (جذيرات الشعير النابتة) وتفل وخميرة البيرة، ومتبقيات تصنيع الخضر والفاكهة من القشور والتفل والبذور والنوى والثمار غير الصالحة، ومتبقيات تصنيع الألبان من اللبن الكامل واللبن الفرز وشرش اللبن واللبن الخض وبدائل الألبان، ومتبقيات معاصر الزيوت من كسب بذرة القطن غير المقشورة والمقشورة وأكساب بذور الكتان والسمسم وفول السوداني ودوار الشمس وفول الصويا. كما يستخدم رجيع الكون ونخالة القمح والذرة والشعير والأرز وجرمة وكسر الأرز ودق الفول وسن العدس كأعلاف مركزة.

وتحتوي مواد العلف المركزة على نسبة كبيرة من الكربوهيدرات الذائبة وكميات قليلة من البروتينات والدهون والألياف الخام. ويوضح الجدول رقم (٢٨) المواصفات القياسية للأعلاف المركزة.

جدول رقم (٢٨)

المواصفات القياسية للأعلاف المركزة

مواد العلف	المواصفات القياسية
حبوب الذرة	لا يقل معدل النظافة بها عن ٩٠٪ ونسبة الكربوهيدرات الذائبة بها عن ٧٠٪ ونسبة الرطوبة بها عن ١٢٪ ونسبة الحبوب المصابة بالحشرات بها عن ١٠٪ ونسبة السموم الفطرية بها عن ٢٥ ميكروجرام/ كيلوجرام
كسب بذرة القطن غير المقشور	مقبول الطعم والرائحة خال من العفن والحشرات والزغب والمواد الغريبة بنى اللون أخضر متماسك القوام غير محروق. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ٢٣٪ ونسبة الدهن الخام به ٦٪ ونسبة الرماد به ٦٪ ونسبة الجوسيبول الحر به عن ٠,٠٠٠٧ ٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ٢٣٪ في الكسب المنتج بواسطة الضغط الهيدروليكى. ولا تتعدى نسبة الرطوبة ١٢٪ ونسبة الألياف الخام ٢٥٪ ونسبة الدهن الخام ١٪ ونسبة الرماد ٦٪ ونسبة الجوسيبول الحر ٠٠٠٧ ٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام عن ٢٤٪ في الكسب المنتج بالمذيبات العضوية
كسب بذرة القطن المقشور	خال من البذور والعفن والحشرات والمواد الغريبة ذهبى اللون يميل إلى الاصفرار. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ١٠٪ ونسبة الدهن الخام به ١٪ وونسبة الرماد به ٦٪ ونسبة الجوسيبول الحر به ٠٠٠٩ ٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ٤٠٪
رجيع الكون المستخلص	مقبول الرائحة والطعم خال من العفن والحشرات والمواد الغريبة، ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ١٣٪ ونسبة الدهن الخام به ٢٪ وونسبة الرماد به ١٤٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ١٣٪ ونسبة الكربوهيدرات الذائبة به عن ٤٥٪

(تابع) جدول رقم (٢٨)

المواصفات القياسية للأعلاف المركزة

مواد العلف	المواصفات القياسية
جرمة الأرز	خالية من السرسة والمواد الغريبة والتكتل والعفن والتزنخ مقبولة الرائحة لونها سمنى غامق. ولا تتعدى نسبة الرطوبة بها ١٢٪ ونسبة الألياف الخام بها ٦٪ وونسبة الرماد بها ١٠٪، ولا تقل نسبة البروتين الخام بها عن ١٨٪ ونسبة الدهن الخام بها عن ١٤٪
مولاس بنجر السكر	من محصول نفس العام سميك القوام لونه بنى محروق غير متخمر. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ٢٥٪ ونسبة الرماد به ١٠٪، ولا تقل نسبة الكربوهيدرات الذائبة به عن ٦٠ ٪
لب بنجر السكر الجاف	من محصول نفس العام خال من المواد الغريبة والتخمر. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ١٢٪ ونسبة الرماد به ٦٪
سن العدس	خال من التراب والمواد الغريبة والتكتل والحشرات، ولا تزيد نسبة القشور به عن ١٠٪ ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ٨٪ ونسبة الرماد به ١٠٪، ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ٢٢٪
كسب بذرة فول الصويا	مقبول الرائحة والطعم خال من العفن والحشرات والمواد الغريبة. وفي الكسب منخفض البروتين لا تتعدى نسبة الرطوبة ١٢٪ ونسبة الألياف الخام ٩٪ والدهن الخام ٤٪ ونسبة الرماد ٨٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام عن ٤٠٪. وفي الكسب مرتفع البروتين لا تتعدى نسبة الرطوبة ١٢٪ ونسبة الألياف الخام ٤٪ ونسبة الدهن الخام ١٪ والرماد ٨٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام عن ٤٨٪
نخالة الذرة	خالية من الحشرات والمواد الغريبة والتكتل والتزنخ والعفن مقبولة الرائحة. ولا تتعدى نسبة الرطوبة بها ١٢٪ ونسبة الألياف الخام بها ١٢٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام بها عن ٩٪
نخالة الشعير	خالية من الحشرات والمواد الغريبة والتكتل والعفن مقبولة الرائحة بيضاء اللون تميل إلى الاصفرار، ولا تتعدى نسبة الرطوبة بها ١٢٪ ونسبة الألياف الخام بها ١٤٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام بها عن ٩٪

(تابع) جدول رقم (٢٨)

المواصفات القياسية للأعلاف المركزة

المواصفات القياسية	مواد العلف
خالية من الحشرات والمواد الغريبة والتكتل والعفن مقبولة الرائحة، ولا تتعدى نسبة الرطوبة عن ١٢٪ ونسبة الألياف الخام عن ١٠٪ ونسبة الرماد عن ٥٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام عن ١١٪ في النخالة الناعمة. وفي النخالة المخلوطة يشترط ألا تقل نسبة البروتين الخام عن ١٠٪ ولا تتعدى نسبة الألياف الخام ١٢٪ والرماد ٦٪	نخالة القمح
مقبول الرائحة حلو المذاق خال من العفن والتكتل والحشرات والمواد الغريبة أبيض رمادى اللون أو أبيض. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ٨٪ ونسبة الدهن الخام به ٩٪ ونسبة الرماد به ٨٪ ونسبة السموم الفطرية (الأفلاتوكسينات) به ٢٥ ميكروجرام / كيلوجرام. ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ٤٥٪	كسب بذرة الفول السودانى
من محصول نفس العام سميك القوام لونه بنى محروق. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ٢٥٪ ونسبة الرماد به ١٢٪، ولا تقل نسبة السكر به عن ٤٨٪ سكر محلول.	مولاس قصب السكر
خال من العفن والتكتل والحشرات ومتبقيات الأحماض والقلويات مقبول الطعم مستساغ المذاق. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٠٪ ونسبة الألياف الخام به ٤٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ٤٠٪	جلوتين الذرة
خالية من السرسة والملح والجبس والحشرات والمواد الغريبة والتكتل والعفن والتزنخ مقبولة الرائحة بيضاء اللون تميل إلى الاصفرار. ولا تتعدى نسبة الرطوبة بها ١٢٪ ونسبة الألياف الخام بها ١١٪ ونسبة الرماد بها ١٢٪، ولا تقل نسبة البروتين الخام بها عن ١٢٪ ونسبة الدهن الخام بها عن ١١٪ ونسبة الكربوهيدرات الذائبة بها عن ٤٢٪	نخالة الأرز
خال من التراب والمواد الغريبة والحشرات ولا تزيد نسبة القشور به عن ١٠٪ ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ١٤٪ ونسبة الرماد به عن ١٢٪، ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ٢٢٪	دق الفول

(تابع) جدول رقم (٢٨)

المواصفات القياسية للأعلاف المركزة

مواد العلف	المواصفات القياسية
حبوب الشعير	لا يقل معدل النظافة بها عن ٩٠٪ ونسبة الكربوهيدرات الذائبة بها عن ٧٠٪ ونسبة الرطوبة بها عن ١٢٪ ونسبة الحبوب المصابة بالحشرات بها عن ١٠٪
كسب بذرة الكتان	مقبول الرائحة والطعم خال من العفن والحشرات والمواد الغريبة رمادى اللون ضاربا إلى الحمرة. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ٩٪ ونسبة الدهن الخام به ٧٪ ونسبة الرماد به ٨٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام عن ٢٧٪ في الكسب المنتج بالضغط الهيدروليكى. ولا تتعدى نسبة الرطوبة ١٢٪ ونسبة الألياف الخام ١٢٪ ونسبة الدهن الخام ٥٪ ونسبة الرماد ١٠٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام عن ٢٩٪ في الكسب المنتج بالمذيبات العضوية
كسب جنين الذرة	مقبول الرائحة والطعم خال من العفن والحشرات والمواد الغريبة رمادى اللون ضاربا إلى الحمرة. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ٦٪ ونسبة الألياف الخام به ١٠٪ ونسبة الدهن الخام به ٧٪ ونسبة الرماد به ٤٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ١٨٪
كسب بذرة دوار الشمس	مقبول الرائحة والطعم خال من العفن والحشرات والمواد الغريبة. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ٥٪ ونسبة الدهن الخام به ٣٪ ونسبة الرماد به ٨٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام به عن ٤٠٪
كسب بذرة السمسم	مقبول الرائحة والطعم خال من العفن والحشرات والمواد الغريبة رمادى اللون ضاربا إلى الحمرة. ولا تتعدى نسبة الرطوبة به ١٢٪ ونسبة الألياف الخام به ٦٪ ونسبة الدهن الخام به ١٠٪ ونسبة الرماد به ٨٪ ولا تقل نسبة البروتين الخام عن ٣٦٪ في الكسب المنتج بالضغط الهيدروليكى

ويمكن تحويل كثير من المتبقيات الحيوانية بتكنولوجيات مناسبة إلى مواد علفية لتغذية الحيوانات، مثل متبقيات مصانع اللحوم والمجازر من الدم والعظام والقرون والحوافر ومتبقيات مزارع الأسماك والماشية والدواجن من الزرق والروث والريش إلى علائق للحيوانات لتغذية بعد معالجتها بطرق مختلفة مع مراعاة تواجد المعادن والفيتامينات في العليقة بحالة متوازنة.

•• تعزيز أعلاف الحيوانات والدواجن

في كثير من الأحيان يمكن تحقيق الاستفادة المثلى من بعض مكونات المتبقيات الزراعية وزيادة قيمتها الغذائية بتعزيزها بالعناصر الغذائية. وهناك عدد من التقنيات المبسطة التي يمكن بها تعزيز بعض المتبقيات الزراعية، على مستوى المزارع، وتحويلها إلى علائق للحيوانات، يمكن إجمالها في الحقن بالأمونيا والمعاملة باليوريا والتكمير والمعاملة باليوريا المعززة ببعض العناصر المغذية، وإضافة سائل مفيد (مولاس + عناصر معدنية + يوريا). وتطبق تلك التقنيات الأحيائية لدى شرائح محدودة من المزارعين. ومن المعروف أن الأمونيا واليوريا تتحولان أثناء التكمير إلى مركبات نيتروجينية غير ضارة .

ويحظر في نظم الزراعة النظيفة إضافة منشطات النمو مثل الهرمونات والمضادات الأحيائية أو غيرها، كما يحظر إضافة مصادر حيوانية إلى عليقة الحيوانات المجترة، ويمكن فقط إضافة بعض أنواع من البكتيريا إلى العليقة تساعد في عملية الهضم وتنشيط النمو.

وقد أمكن تحسين القيمة الغذائية لمصاصة القصب ونخاع القصب وقشر فول السوداني وقوالح الذرة عن طريق رشها أو نقعها في محلول اليوريا (٣٪) وتكميرها كما أمكن تحسين القيمة الغذائية لسرسة الأرز

والتخلص من جزء من محتواها من الرماد الخام والسيلكا ذات التأثير الضار سواء على الحيوان أو أثناء تصنيع العلف بنقعها في محلول أيدروكسيد الصوديوم (٢٪) لمدة نصف ساعة على درجة ١٢٥ مئوية. كما أمكن تقليل التأثير الضار للسليكا بالسرسة عن طريق المعاملة بالأحماض. ومؤخراً نجح استخدام كثير من متبقيات النباتات الطبية والعطرية بعد استخلاص المواد الفعالة منها كإضافات للمتبقيات الزراعية تزيد من فاعليتها في غذاء وعلاج الحيوانات .

وقد أظهرت نتائج البحوث أن تركيب خلطات من النباتات الطبية والعطرية وتغذية الدواجن عليها بدون أي معاملات لا يحقق النتيجة المرجوة المطلوبة حيث يتطلب الأمر تخمير تلك المخاليط واستخلاصها بعد التخمر لتحرير الأحماض الدهنية بها حتى يمكن الاستفادة منها في إحداث التأثيرات المطلوبة كإضافات لأعلاف الدواجن، أما المتبقيات الجافة بعد الاستخلاص فتطحن وتضاف إلى المستخلص كمادة حاملة ويتوفر في الأسواق حالياً بعض تلك المستحضرات .

ولا يكفي أن تحتوي علائق الحيوانات على الكميات التي تحتاجها الماشية من البروتينات والكربوهيدرات، بل يجب إن تحتوي أيضا على بعض المواد المنشطة للهضم والأيض والنمو، كما يمكن أن تحتوي على بعض المواد الحافظة والمحسنة لخواص العلف وتسمى تلك المواد إضافات أعلاف، ومن الممكن تقسيمها إلى:

- مواد ذات قيمة غذائية تزيد الاستفادة من الأعلاف مثل الأحماض المعدنية والفيتامينات.
- مواد عديمة القيمة الغذائية تتحول في كرش المجترات إلى مواد ذات قيمة غذائية.
- مواد عديمة القيمة الغذائية تحول دون فساد الأعلاف مثل

مضادات الأكسدة والفطريات والسموم والأملاح المعدنية والفيتامينات.

وقد تعزز الأعلاف ببعض الإضافات السائلة على هيئة مزيج من المولاس مع الفيتامينات بهدف تنشيط الكائنات الحية بالكرش وكوسيلة لاستكمال الاحتياجات الغذائية للحيوان. وتنص المواصفات القياسية للإضافات السائلة للأعلاف أن تحتوى على ما لا يقل عن ٨٥٪ مولاس وما لا يزيد عن ١٠٪ ماء، وأن تكون غير متخمرة وتخلو من النموات الفطرية والبكتيرية، وأن تكون قابلة للتخزين لمدة عام على الأقل، وأن لا تزيد نسبة اليوريا بها عن ٥٪، ونسبة الرطوبة بها عن ٣٥٪، وألا تقل نسبة الفوسفور المعدني بها عن ٠,٠٠٥٪ . كما يشترط ذكر تركيب الإضافات المعدنية النادرة ونسبة إضافتها، وذكر تركيب مخلوط الفيتامينات ونسبة إضافتها، وأن تكون نسبة الكبريت إلى النيتروجين في حدود ١١:١ . ويعيب الإضافات السائلة أنها تحتاج إلى توفير خزانات ووسيلة نقل وأوان لشرب أو لحس الحيوان.

•• تحويل المتبقيات العضوية إلى أعلاف

تزايد الاهتمام في الآونة الأخيرة بإعادة استخدام وتدوير المتبقيات الزراعية والاستفادة منهما كمصدر لغذاء الحيوانات يجب عدم إهداره في ظل عالم يعاني من فجوة علفية تزداد اتساعاً اليوم تلو اليوم. وتتنوع متبقيات الإنتاج الزراعي بين متبقيات حقلية كالأتبان والأحطاب والعروش النباتية وبين متبقيات الحيوانات وزرق وفرشة الدواجن، كما تشمل أيضاً متبقيات التصنيع الزراعي الغذائي سواء كانت حيوانية المصدر مثل متبقيات المجازر والسلخانات ومتبقيات حفظ وتصنيع الأسماك ومتبقيات مصانع الألبان ومنتجاتها، أو نباتية المصدر مثل متبقيات المعاصر ومصانع

استخلاص الزيوت ومتبقيات المطاحن والصوامع ومتبقيات تصنيع وحفظ الخضر والفاكهة ومتبقيات إنتاج النشا والجلوكوز ومتبقيات صناعة السكر وغيرها.

وفي الوقت الراهن يتطلب الأمر توفير أكبر قدر ممكن من الموارد العلفية الجديدة لاستخدامها إما مباشرة في علائق الحيوان أو بإدخالها في تصنيع الأعلاف، والعمل على تعظيم الاستفادة من الموارد العلفية المتاحة عن طريق تحسين قيمتها الغذائية باستخدام بعض المعاملات والتقنيات الملائمة وبما يسهم في تغطيه العجز في الموارد العلفية.

وفي حين يشيع استخدام بعض من متبقيات التصنيع الزراعي مثل الكسب والنخالة والرجيع والجرمة والجلوتين والمولاس بصورة دائمة في تغذيه الحيوان والدواجن حيث تدخل كخامات في تصنيع الأعلاف، فإن هناك نوعيات أخرى من متبقيات التصنيع الغذائي لم يرسخ استخدامها حتى الآن في تصنيع الأعلاف الحيوانية. ويمكن لتلك المتبقيات، ومن أهمها مصاصة القصب ومتبقيات حفظ وتصنيع الخضر والفاكهة وقشور البذور والحبوب، أن تسهم بدور رئيس في تغطية جزء من الفجوة العلفية.

ومعظم المتبقيات العضوية ذات قيمه غذائية يعتد بها لتغذية الحيوانات، بل أن بعضها ذو قيمه غذائية مرتفعه نسبيا ويعتبر مصدراً وحيدا للبروتين والطاقة. وقد أكدت دراسات وبحوث عديدة إمكانية استخدام معظم تلك المتبقيات في تغذيه الحيوان بنجاح بنسب محددة مثل نوى البلح، وسرسة الأرز بعد طحنها أو إدخالها في علائق متكاملة، وقشر البصل، وسيلاج متبقيات تصنيع البرتقال والبسلة، ولب بنجر السكر، وقوالح الذرة، وقشر الفول السوداني، وسيلاج مصاصة القصب. بيد أن هناك بعض المعوقات التي تحد من انتشار استخدام مثل تلك المتبقيات في تغذية الحيوانات وتصنيع الأعلاف من أهمها أن معظم متبقيات التصنيع

الغذائي ولاسيما متبقيات تصنيع الخضر والفاكهة تتسم محتوى مرتفع من الرطوبة وتحتاج لعمليه تجفيف حتى يمكن الاحتفاظ بها لحين الاستخدام في التغذية أو إدخالها في تصنيع الأعلاف مما يتطلب توافر وسائل التجفيف في مناطق الإنتاج. ويمكن استخدام المتبقيات طازجة دون تجفيف في تجهيز سيلاج يستخدم في تغذيه المجترات، وأن كان نقلها بصورتها الطازجة إلى مزارع الإنتاج الحيواني يزيد من ثمنها. ويفضل أن يتم ذلك في المزارع القريبة من مناطق توافر تلك المتبقيات.

ومن ناحية أخرى تحتاج بعض متبقيات التصنيع الغذائي مثل سرسة الأرز وقوالح الذرة وقشر فول السودانى للطحن أو الجرش حتى يسهل استخدامها وترتفع قيمتها الغذائية سواء عند الاستخدام المباشر في تغذية الحيوانات أو عند إدخالها في تصنيع الأعلاف وقد يمثل ذلك بعض العبء أو التكلفة على مربي الحيوانات أو مصنعى العلف.

وهناك تنافس مؤكد على استخدام بعض المتبقيات العضوية في أغراض مختلفة، فعلى سبيل المثال تستخدم سرسة الأرز كمصدر للوقود في صناعة الطوب الأحمر وفي إنتاج السيلكا الناعمة، وتستخدم مصاصة القصب في صناعة لب الورق والخشب الحبيبى وأحيانا كمصدر للوقود، وتستخدم قوالح الذرة كمصدر من مصادر الوقود في الريف. ومع التسليم بأن وجود هذا التنافس أمر مرغوب حيث أنه يعني في النهاية الاستفادة من بعض المتبقيات العضوية وإعادة استخدامها وتدويرها في نظم الزراعة النظيفة، وبالتالي حماية البيئة من التلوث، إلا أنه يجب ملاحظة أن أولويات الاستخدام يجب أن تتفق مع الصالح العام وتحقيق الاستخدام الأمثل للمتبقيات الزراعية.

وإلى جانب ذلك يحد من استخدم بعض مكونات المتبقيات العضوية في تغذية الحيوانات عده عوامل يمكن إجمالها في انخفاض محتواها من

البروتين وارتفاع محتواها من الألياف السليولوزية التي تتميز بروابط لجنوسليولوزية صعبة الهضم في كرش الحيوان مما يحتاج إلى معاملته لتفكيكها، وانخفاض وزنها النوعي وبالتالى احتياجها إلى مساحات تخزين واسعة لا تتفق وحالة المنزل الريفي أو الاستغلال للأرض الزراعية مما يدعو إلى التخلص من بعضها بالحرق حيث أن تخزينها غير اقتصادي.

•• الرعاية الصحية للحيوانات والدواجن

أدى تكثيف الإنتاج الحيواني في غضون العقود الأخيرة إلى زيادة تفشى الأمراض بين قطعان الإنتاج الحيواني التي قد تهمل أو تعالج بالاستعمال المكثف للمضادات الأحيائية أو الأدوية سعيا للشفاء العاجل ولتخفيف الحالة المرضية. ولا يسمح في نظم الزراعة النظيفة باستخدام الأدوية والمضادات الأحيائية إلا عند الضرورة القصوى حيث تعتمد الرعاية الصحية للحيوانات والدواجن على طرق أخرى غير تقليدية مؤداها زيادة قدرة الحيوان الدفاعية على مقاومة المرض مع العلاج بالأعشاب والعلاج الطبيعى. وفي الوقت الراهن تزداد تكلفة الحفاظ على صحة الحيوانات والدواجن بسرعة تفوق معدل إنتاج المزرعة، والكثير من الأمراض ينشأ من جراء سوء إيواء وتغذية الحيوانات مما يؤثر على حالته الوظيفية ومعدلات نموه وإنتاجه.

وقدرة الحيوان على وقاية نفسه من المرض من خلال تفعيل نظم المناعة الطبيعية هى بمثابة نقطة البدء في الرعاية الصحية تحت ظلال نظم الزراعة النظيفة. ويتضمن ذلك توفير نظم مناعية تستند على دعم الأجسام المضادة وكرات الدم البيضاء، وتبدأ بتوفير بيئة مناسبة للحيوان تخلو من الضغوط وتراعى توفير الغذاء والإيواء المناسب. ومن المعروف الحيوانات الصغيرة أكثر قدرة على اكتساب المناعة من الحيوانات الكبيرة

وأكثر منها مقاومة للطفيليات والأمراض. وهي تتلقى الأجسام المضادة من الأم في فترة الرضاعة حال ما تكون الأم قد أصيبت بنفس المرض. ويراعى أن الحيوانات بعد شفائها من الطفيليات قد تظل حاملة للمرض بصورة مؤقتة. ويرتبط مستوى المناعة بعدة عوامل فالحمل والرضاعة تسببان تدني المناعة بسبب الهرمونات، وكذلك تؤثر الأدوية والعقاقير والتطعيم وملامسة مولدات الأجسام المضادة (الأنتيجينات) وتتناول متبقيات المبيدات ونظام التغذية والإيواء على حالة الحيوانات ومستوى مناعتها.

ومن ناحية أخرى تتسبب أساليب الرعاية الصحية للحيوانات باستخدام المركبات الدوائية في زيادة قدرة البكتيريا والفيروسات على الحياة وعلى مقاومة فعل المضادات الأحيائية من خلال الطفرات وتحولات البلازميد مما يؤكد ارتباط مشكلات الرعاية الصحية بسياسات العلاج. ولا ريب أن تجنب استخدام الأدوية الوقائية عامل هام في نظم الزراعة النظيفة لأن الاستخدام الروتينى للأدوية فقط يسبب تدني مستوى الرعاية الصحية، بل قد تنتقل تلك الأدوية إلى مستهلكي المنتجات الحيوانية.

وهناك طرق عديدة للعلاج الطبيعى حيث يمكن علاج التهاب الضرع وتخفيف آلامه بالتدليك بالماء البارد. كما أن هناك عدة بدائل لنظم العلاج الكيميائية لا يعرفها الكثير من أهمها العلاج بالأعشاب الطبية والمعالجة المثلية بمواد مخففة للغاية يتناولها الأصحاء وتسبب نفس أعراض المرض الجاري علاجه. ويتم التخفيف في تعاقب تزيد فاعليته بزيادة نسبة التخفيف حيث يحث على توليد الأجسام المضادة مما يرفع مستوى مناعة جسم الحيوان بشكل عام.

وقد استخدمت النباتات الطبية والعطرية منذ أمد بعيد في علاج كثير من الأمراض والآلام بواسطة خلطات العطار. ومع تقدم العلوم ظهرت الأدوية المصنعة كيميائياً وبدأت تحل محل النباتات الطبية والعطرية، بيد

أنه مع معاناة المرضى من الآثار الجانبية للأدوية والعقاقير الكيميائية، عاد العلاج بالأعشاب يلقى التأييد بين فئات كثيرة من مربى قطعان الإنتاج الحيواني في زماننا المعاصر. وقد أمكن مسح النباتات المستخدمة في العلاج والتعرف على كثير من مكوناتها الفعالة وتنقيتهما سواء كانت هذه المكونات الفعالة في الأوراق أو السيقان أو الجذور أو الأزهار أو البراعم. وقد يحتوي النبات الواحد على أكثر من مادة فعالة وله أكثر من تأثير طبي مختلف على الحيوان. وعلى سبيل المثال تحتوي أوراق الكافور على زيت طيار يفيد في علاج التهابات الأنف والحنجرة كمطهر ويدخل في صناعة دهانات طبية خارجية ضد أمراض الروماتزم والبرد وفي علاج النزلات الشعبية وطارد للبلغم.

وقد حققت نظم الزراعة النظيفة نجاحاً ملموساً في مجال الرعاية الصحية للحيوانات والدواجن باستعمال الطب العشبي مثل استخدام الثوم ونبات الكاميلا كطارد للديدان المعوية. وهناك مراجع عديدة منشورة عن استخدام الأعشاب في علاج الحالات المرضية في الحيوانات.

وتتعدد طرق استخلاص الزيوت العطرية والمواد الفعالة من النباتات الطبية والعطرية حسب طبيعة الجزء النباتي المحتوي على الزيت الطيار سواء كانت أوراقاً أو ثماراً أو جذوراً أو بتلات الأزهار رقيقة الخلايا مما يستدعي التعامل مع كل منها بطريقة خاصة. كما أن الزيوت الطيارة، ولاسيما إن كانت قليلة التركيز، لا يصلح معها طريقة التقطير العادية ولذلك يتم استخلاصها بالمذيبات، ومن المؤكد أن تؤثر بعض طرق الاستخلاص على صفات وفاعلية الزيت في العلاج.

وقد يعتمد العلاج على زيادة مقدرة الحيوان على مقاومة الأمراض بإكسابه مناعة من خلال التطعيم الذى يحفر تكوين الأجسام المضادة للمرض وينشط خلايا الدم البيضاء.

والملاحظ اختلاف درجة مقاومة الحيوان طبقاً لحالته وطبيعة نشاطه حيث يقلل العمل الشاق في حقول الزراعة وإدرار اللبن من درجة المقاومة، ناهيك عن تعاطى الحيوان للأدوية وقلة التغذية ووجود متبقيات المبيدات في أجهزة الحيوان وتأثير السن والجو.

وفي نظم الزراعة النظيفة تكافح الطفيليات الخارجة كالقمل والقراد باستعمال نبات عشبي وتعالج الذبابة الزنانة مثلما يعالج القراد. وعند الإصابة بالجرب يسمح بإضافة مبيد غير جهازي لمياه الغطس واستعمال الكبريت والجير المطفي للمعالجة الموضعية للمرض.

وفي حالات الضرورة القصوى وبعد فشل سبل الرعاية الصحية الطبيعية، قد نضطر إلى اللجوء لاستخدام المستحضرات الدوائية بحذر شديد. وعلى سبيل المثال في حالة مرض التهاب الضرع في أبقار اللبن نبدأ العلاج بحلب الضرع تماما وتدليكه بالماء البارد قبل اللجوء إلى المضادات الأحيائية. وعند إصابة أي حيوان بطفيل لا يستجيب للعلاج الطبيعي فلا بأس استخدام الدواء التقليدى للمحافظة على صحة الحيوان وتجنب حدوث آلام له. وفي تلك الحالات لا يمكن اعتبار منتجات الحيوان الذي تلقى العلاج الكيماوي خالية من الكيماويات.

الباب الحادي عشر

منتجات نظم الزراعة النظيفة



الباب الحادي عشر

منتجات نظم الزراعة النظيفة

ورد في تقارير العديد من الهيئات الدولية والمحلية المعنية بقضايا نوعية الغذاء أن نسبة كبيرة من الناس في العديد من الدول المتقدمة والنامية على حد سواء تعاني من مشكلة نقص المغذيات الدقيقة التي يحتاجها الجسم بكميات قليلة في الغذاء مثل الحديد والزنك والكاروتينات، مما يتسبب في ظهور بعض الأمراض مثل الأنيميا وتأخر النمو عند الأطفال ولين العظام وبعض أعراض نقص الفيتامينات مثل فيتامين (أ) و(ج). ويطالب كثير من العلماء ببناء نظام تغذوي جديد متعدد الآليات، يتضمن تطوير نظم الزراعة القائمة، يحيط بجوانب المشكلة ويوفر غذاءً صحياً خالياً من الملوثات ومتوازناً في محتواه من العناصر الغذائية.

ونتناول في هذا الباب مؤشرات نتائج سلسلة من التجارب الموسعة التي أجريت بالمركز القومي للبحوث بالقاهرة تحت إشراف المؤلف شارك في تنفيذها فريق من تلاميذه. وقد تم في تلك التجارب تطبيق نظم الزراعة النظيفة على عدد من محاصيل الحقل والخضر الهامة الشائعة التي تستهلك مباشرة في الغذاء أو تستخدم في التصنيع الغذائي.

•• تصميم التجارب

أجريت التجارب في تصميم كامل العشوائية يضم تجربتي أصص، الأولى باستخدام تربة طينية (مقارنة)، والثانية باستخدام نشارة الخشب المكمورة (سماد عضوي صناعي)، وتجربة حقلية باستخدام سماد المكمورة.

وفي تجربتي الأصص (القوارير) تم تعبئة أصص من البلاستيك (قطر ٤٠ سم) بالتربة الطينية أو بسماد المكمورة في أربعة مكررات لكل محصول من المحاصيل على حدة. وفي التجارب الحقلية تم تقسيم الأرض إلى أحواض مساحة (٢م×١٠٥م) غطى سطحها بسماد المكمورة بارتفاع ٣٠ سم. وأضيف المخصب الأحيائي ميكروبين (أبتكره المؤلف وينتج ويباع تحت إشراف وزارة الزراعة منذ عام ١٩٩٢) مع معاملات التسميد العضوي سواء في تجربتي الأصص أو تجربة الحقل، ولم يُضَفْ في تجربة المقارنة إلى التربة الطينية، بصفته المحور الثانى لنظم الزراعة النظيفة. ويتركب المخصب الأحيائي ميكروبين من مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة التي تزيد من خصب التربة من خلال تثبيت نيتروجين الهواء الجوي وتحويل الفوسفات والعناصر الصغرى إلى صورة صالحة لامتصاص النبات، بالإضافة إلى مقاومة بعض الأمراض الكامنة بالتربة، وتنشيط نمو جذور النبات. وفي تجربة المقارنة أضيفت الأسمدة الكيماوية النيتروجينية والفوسفاتية والبوتاسية إلى التربة الطينية بالمعدلات الموصى بها لكل أصيص في إطار نظم الزراعة الكيميائية التي يستخدمها المزارع المصري.

وفي الموسم الصيفي (١٩٩٩) تمت زراعة عدد من محاصيل الحقل والخضر الصيفية وهى الذرة الشامية (صنف هجين فردى ١٠) وفول الصويا (صنف جيزة ٢٢) وفول المانج (صنف قومي ١) وفول السوداني (صنف جيزة ٤) والسمسم (صنف جيزة ٣٢) والبامية (صنف بلدي) والباذنجان (صنف بلدي).

وفي الموسم الشتوي (١٩٩٩/٢٠٠٠) تمت زراعة محاصيل القمح (صنف سخا ٦٩)، وفول البلدي (صنف جيزة ٤١٦)، والترمس (صنف جيزة ١) والحمص (صنف جيزة ٥١٣)، والطماطم (صنف كاسل روك) والبسلة (صنف لتل مارفل).

وفي الموسم الصيفي (٢٠٠٠) تمت زراعة محاصيل الذرة الشامية (صنف هجين فردي ١٠) وفول الصويا (صنف جيزة ٢٢) وفول السوداني (صنف جيزة ٤) والبامية (صنف بلدى). ومن الجدير بالذكر أنه تكرر زراعة بعض المحاصيل التي سبق زراعتها في الموسم الصيفي السابق (١٩٩٩) وهي فول الصويا وفول السودانى والذرة الشامية، بهدف تأكيد الاتجاهات الرئيسة للنتائج المتحصل عليها.

وفي الموسم الشتوى (٢٠٠٠/٢٠٠١) تمت زراعة عدة محاصيل بقولية تشمل العدس (صنف جيزة ٩) والفاصوليا (صنف جيزة ١) والحلبة (صنف جيزة ٢).

وجمعت عينات نباتية من كل النباتات المنزرعة بعد شهرين من الزراعة بمعدل ثلاث نباتات من كل حوض أو أصيص. وتم تقدير الوزن الرطب والجاف لكل نبات على حدة تحت كل من نظامى الزراعة النظيفة والزراعة الكيميائية. كما تم تقدير الوزن الطازج وعدد العقد الجذرية بالنسبة للمحاصيل البقولية. وجمعت عينات تربة من منطقة جذور النباتات المنزرعة (الريزوسفير) لتقدير أعداد البكتريا المذيبة للفوسفات وبكتريا أزوسبيرلم وبكتريا سيدوموناس. وتم تقدير مستوى عنصري الحديد والزنك في بذور النباتات المنزرعة تحت نظامي الزراعة النظيفة أو الزراعة الكيماوية.

•• نتائج التجارب

جرت متابعة نتائج تجارب الأصص والحقل في ثلاثة اتجاهات، اهتم الاتجاه الأول منها بالتغير في محتوى الكائنات الحية الدقيقة في النظام البيئي، واهتم الاتجاه الثاني منها بكمية وصفات المحصول، واهتم الاتجاه الثالث منها بمحتوى البذور أو الثمار من عنصري الحديد والزنك.

■ **تغير الكائنات الحية الدقيقة في منطقة الجذور:** أظهرت نتائج التحاليل البكتريولوجية أن أعداد البكتريا المذيبة للفوسفات وبكتيريا أزوسبيرلم المثبتة لنيتروجين الهواء الجوي وبكتيريا سيدوموناس المنشطة لجذور النبات والمقاومة للأمراض الكامنة في التربة، والتي أضيفت من خلال المخصب الأحيائى ميكروبين في معاملات نظم الزراعة النظيفة، كانت دائما أكثر كثافة في منطقة جذور كافة النباتات المختبرة، سواء الصيفية أو الشتوية، تحت نظم الزراعة النظيفة مقارنة بكثافتها في منطقة جذور النباتات تحت نظم الزراعة الكيميائية. ويعتقد أن للسماد العضوي الصناعي وما أفرزته جذور النباتات من مواد منشطة أكبر الأثر في ظهور تلك الفروق حيث وفر لتلك الكائنات الحية الدقيقة الوسط والمتطلبات الغذائية المناسبة. وينتظر أن يكون نشاط تلك الأعداد الغفيرة من الكائنات الحية الدقيقة، وهي إحدى أسس نظم الزراعة النظيفة، ذو أثر كبير على حالة المزروعات النامية.

وتشير النتائج بصفة عامة إلى زيادة الوزن الطازج للعقد الجذرية في كل نباتات المحاصيل الصيفية البقولية (فول الصويا وفول المانج وفول السوداني) والمحاصيل الشتوية (فول البلدي والبسلة والترمس والحمص والعدس والحلبة) المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة. ويعزى ذلك إلى أن نظم الزراعة النظيفة تؤدي إلى تكوين عقد جذرية كبيرة الحجم ذات كفاءة عالية في تثبيت النيتروجين الجوى مما ينعكس بالإيجاب على حالة النباتات ومحتواها من العناصر الغذائية.

■ **كمية وصفات المحصول:** يتضح من النتائج أن هناك زيادة مؤكدة في غلة المحاصيل الصيفية والشتوية المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة باستخدام سماد المكمورة والمخصب الأحيائي ميكروبين مقارنة بالنباتات المنزرعة في التربة الطينية تحت نظم الزراعة الكيميائية. وأكدت النتائج أن هناك زيادة واضحة في غلة محاصيل البسلة وفول البلدي والترمس

والحمص والقمح والطماطم والعدس والفاصوليا والحلبة تحت نظم الزراعة النظيفة إذا ما قورنت بالنباتات المنزرعة تحت نظم الزراعة الكيميائية. وعلى سبيل المثال، قدرت تلك الزيادة بمعدل ١٩١,٥٪ في الباذنجان و١٧٥,٣٪ في البامية من محصول التسميد الكيماوي في التربة الطينية (الشكل رقم ٤٢).

كما تشير النتائج أيضاً أن نظم الزراعة النظيفة حققت أفضل استجابة في صفات المحاصيل الصيفية، حيث بلغت النسبة المئوية للزيادة في وزن البذور في النبات الواحد، ووزن ١٠٠ بذرة، ٤٤,٧٨٪، ١٦,٥٦٪ في فول السوداني و٦٩,٢٤٪، ١٤,١٦٪ في فول الصويا و٦٨,٤٧٪، ٠٠,٢٥٪ في السمسم و٢٦,٧٨٪، ٨,١٤١٪ في فول المانج على الترتيب مقارنة بالمحصول المنتج تحت نظم الزراعة الكيماوية. وفي نباتات الذرة الشامية بلغت النسبة المئوية للزيادة في وزن الكوز ووزن الحبوب في النبات الواحد ووزن ١٠٠حبة نتيجة استخدام نظم الزراعة النظيفة ٤١,٦٩٪، ٨٩,٣٨٪، ٢٨,٥٤٪ مقارنة باستخدام نظم الزراعة الكيماوية (الشكل رقم ٤٣).

ويتضح من النتائج أيضاً تفوق عدد ووزن القرون ووزن البذور ووزن ١٠٠ بذرة في المحاصيل الشتوية تحت نظم الزراعة النظيفة مقارنة بنظم الزراعة الكيماوية. فقد بلغت النسبة المئوية للزيادة في وزن كل من بذور نبات فول البلدى ووزن ١٠٠ بذرة تحت الزراعة النظيفة ٦٨,١٢٪، ٧٣,٧٪ على التوالي مقارنة باستخدام التسميد الكيماوي. وحقق وزن بذور نبات الترمس ووزن ١٠٠ بذرة نتيجة استخدام نظم الزراعة النظيفة زيادة قدرها ٨٢,٥٥٪، ٩١,٢٤٪ على التوالي مقارنة بنظم الزراعة الكيماوية. وبلغت النسبة المئوية للزيادة في كل من وزن بذور نبات الحمص ووزن ١٠٠ بذرة تحت نظم الزراعة النظيفة ٥٢,٠١٪، ٩٨,١٣٪ على التوالى مقارنة بالزراعة الكيماوية. وفي حالة محصول الحلبة بلغت الزيادة في بذور النباتات الواحد ووزن ١٠٠ بذرة تحت نظم الزراعة النظيفة٢٦,٣٠٪،

١٣,٥١٪ على التوالي مقارنة باستخدام التسميد الكيماوي. وحقق كل من وزن بذور نبات الفاصوليا ووزن ١٠٠ بذرة نتيجة استخدام نظم الزراعة النظيفة زيادة قدرها ٤٩,٢٨٪، ٢٩,٩٢٪ على التوالي مقارنة بنظم الزراعة الكيماوية. وفي حالة محصول العدس بلغت النسبة المئوية للزيادة في كل من وزن بذور النبات الواحد ووزن ١٠٠ بذرة تحت نظم الزراعة النظيفة ٣٢,٢٩٪، ١١,١١٪ على التوالى مقارنة بالزراعة الكيماوية. وفي محصول البسلة زاد وزن البذور في النبات الواحد من ٦٨,٧٦ إلى ١٣٧,٢٥ جرام، وزاد الوزن الرطب لكل مائة بذرة من ٤١٠,١٥ إلى ٤٣٠,٥٥ جرام نتيجة استخدام نظم الزراعة النظيفة مقارنة بالزراعة الكيماوية. وتشير النتائج إلى زيادة وزن حبوب القمح في السنبلة ووزن ١٠٠ حبة باستخدام نظم الزراعة النظيفة عند مقارنتها باستخدام نظم الزراعة الكيماوية بالرغم من تساوي عدد السنابل في النبات في كلتا الحالتين. وقد سجلت النسبة المئوية للزيادة في كل من وزن الحبوب في السنبلة ووزن ١٠٠ حبة نتيجة استخدام نظم الزراعة النظيفة ٦٩,٨٠٪، ١٤,٤٤٪ على التوالي مقارنة بالزراعة الكيماوية ٠

كما أوضحت النتائج زيادة واضحة في الوزن الرطب والوزن الجاف ونسبة المادة الجافة إلى المادة الرطبة في نباتات الطماطم المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة (الشكل رقم ٤٤) مقارنة بنظم الزراعة التقليدية باستخدام الكيماويات الزراعية في التسميد ٠

■ **محتوى البذور أو الثمار من عنصري الحديد والزنك:** تشير النتائج إلى زيادة محتوى عنصري الحديد والزنك بصفة عامة في محاصيل فول السوداني وفول الصويا وفول المانج والذرة الشامية والسمسم والبامية والباذنجان المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة عند مقارنتها باستخدام نظم الزراعة الكيماوية. وتعزى تلك الزيادة إلى احتواء نظم الزراعة النظيفة على كائنات حية دقيقة ذات كفاءة عالية في توفير العناصر

الغذائية في صورة ميسرة لامتصاص النبات بالإضافة إلى تنشيط نمو جذور النباتات ومقارنة الأمراض الكامنة بالتربة.

وبلغت الزيادة في عنصر الحديد في النباتات المنزرعة تحت نظم الزراعة النظيفة مقارنة بنظم الزراعة الكيماوية ٦٢,٨٦٪، ٤٦,٤٥٪، ١٥,٨٦٪، ٤٢,٧٢٪، ٨٧,١٧٪، ٤٣,٩٠٪، ٣٦,٥٧٪ لمحاصيل فول السوداني وفول الصويا وفول المانج والذرة الشامية والسمسم والبامية والباذنجان على التوالي. في حين بلغت الزيادة في عنصر الزنك ٧٨,٧٦٪، ٤٢,٤٥٪، ٣١,٥٠٪، ٧٤,٦٢٪، ٤٨,٩٩٪، ١٣,١٨٪، ١٤,١٣٪ لمحاصيل فول السوداني وفول الصويا وفول المانج والذرة الشامية والسمسم والبامية والباذنجان على التوالي.

ويمكن ترتيب المحاصيل التي تم زراعتها في الموسم الصيفي تبعاً للزيادة في عنصر الحديد تحت نظم الزراعة النظيفة على النحو التالي: فول السوداني - فول الصويا - البامية - الذرة الشامية - الباذنجان - السمسم -فول المانج. كما يمكن ترتيب تلك المحاصيل المنزرعة تبعاً للزيادة في عنصر الزنك تحت نظم الزراعة النظيفة على النحو التالي: فول السوداني - الذرة الشامية - السمسم - فول الصويا - الباذنجان - البامية - فول المانج.

ويمكن الاسترشاد بتلك المؤشرات في اختيار نوعية النباتات التي تعطي أفضل إنتاجية تحت نظم الزراعة النظيفة من حيث الإنتاجية ومحتوى العناصر وغياب الملوثات الكيماوية من متبقيات الأسمدة والمبيدات.

وتشير النتائج إلى وجود زيادة محتوى عنصري الحديد والزنك في محاصيل البسلة وفول البلدي والحمص والترمس والقمح والطماطم والحلبة والعدس والفاصوليا تحت نظم الزراعة النظيفة، وتعزي تلك الزيادة إلى فعل الكائنات الحية الدقيقة في تيسير عناصر غذاء النبات في منطقة

الجذور. وقد كان هناك تفاوت واضح في النسبة المئوية للزيادة في عنصري الحديد والزنك بين مختلف المحاصيل التي تم زراعتها خلال الموسم الشتوي. فقد بلغت نسبة الزيادة في عنصر الحديد ٩٣,٦٤٪، ٠٠,١٠٪، ٩٨,٤٧٪، ٢٣,٢٣٪، ٠٨,٢٠٪، ٥٣,٢٤٪، ١,٣١٪، ٠١,١٩٪ على التوالي لمحاصيل البسلة وفول البلدي والحمص والترمس والطماطم والحلبة والعدس والفاصوليا الجافة المنزرعة بدون كيماويات مقارنة بتلك المسمدة كيماويا. وبالنسبة لعنصر الزنك كانت النسبة المئوية للزيادة ٦٠,٧١٪، ٦٠,١٥٪، ٠٠,١٠٪، ٠٠,٣٠٪، ٠١,١٥٪، ٠٣,٤١٪، ٧٧,٣٢٪، ٨٢,٣٢٪ على التوالي في نباتات البسلة وفول البلدي والحمص والترمس والطماطم والحلبة والعدس والفاصوليا الجافة .

ولم تظهر زيادة واضحة في النسبة المئوية لعنصري الحديد والزنك في نباتات القمح تحت نظم الزراعة النظيفة والكيماوية.

ويمكن ترتيب المحاصيل التي زرعت في الموسم الشتوي تبعا للزيادة في محتواها من عنصر الحديد تحت نظم الزراعة النظيفة على النحو التالي: البسلة - الحمص - العدس- الحلبة- الترمس - الطماطم - الفاصوليا الجافة - الفول البلدي - القمح. ويمكن ترتيب المحاصيل التي زرعت في الموسم الشتوي تبعاً للزيادة في محتواها من عنصر الزنك تحت نظم الزراعة النظيفة على النحو التالي: البسلة - العدس - الفاصوليا الجافة - الطماطم - الحمص - الفول البلدي -الحلبة- الترمس - القمح.

وبصفة عامة تظهر مؤشرات نتائج تجارب كل من موسمي الزراعة الصيفي والشتوي زيادة المحصول وتحسن الإنتاجية وزيادة محتوى الجزء المأكول من المحصول من عنصري الحديد والزنك.

الباب الثاني عشر

التحول إلى نظم الزراعة النظيفة



الباب الثانى عشر

التحول إلى نظم الزراعة النظيفة

يتساءل كثير من المزارعين كيف نتحول من نظم الزراعة الكيميائية إلى نظم الزراعة النظيفة، وفي نفس الوقت الذى نقلل من المدخلات الكيماوية الزراعية نحقق الجدوى الاقتصادية ونصون البيئة ونديم التمية. ويتخوف معظم المزارعين من احتمال خفض مرحلي في الإنتاجية، بعد التحول إلى نظم الزراعة النظيفة، قد يدوم لعدة سنوات، وربما يعانى البعض منهم من هواجس تعاظم مشكلة الآفات الزراعية في غضون السنوات الأولى من التطبيق. بيد أن الممارسات الحقلية أكدت أن الأمور تستقر خلال السنوات الأولى من التحول حيث يتوازن النظام البيئي الزراعي وتتحقق مقاصد نظم الزراعة النظيفة وينعم بعوائدها كلا من المزارعين والمستهلكين على حد سواء.

ويمكن للمزارعين التحول من نظم الزراعة الكيميائية إلى نظم الزراعة النظيفة من خلال تطبيقات متعددة، ينتقي منها المزارع ما يناسبه طبقاً لحجم أعماله وإمكانياته وظروف مزرعته. وكلها تصلح للتطبيق على مستوى المزارع الصغير أو المزارع الكبير وحتى الشركات الزراعية العملاقة متعددة الجنسيات التي بزغت تحت مظلة المفاهيم الحديثة للعولمة مع إشراقة القرن الحادى والعشرين.

•• متطلبات التحول إلى الزراعة النظيفة

هناك عدد من المتطلبات المرحلية التي يجب توفيرها قبل التحول من نظم الزراعة الكيميائية إلى نظم الزراعة النظيفة من أهمها :

- تنظيم وتنفيذ عدد من الحملات القومية للتعريف بنظم الزراعة النظيفة·
- تهيئة المزارعين والنظم البيئية الزراعية لاستيعاب مفاهيم نظم الزراعة النظيفة مع مراعاة البعد الاجتماعي عند التطبيق حتى يتسنى توطين تلك التقنية النظيفة بين جنبات الريف.
- تدريب المزارعين على كافة تقنيات وتطبيقات نظم الزراعة النظيفة.
- إنشاء حقول إرشادية في جميع الأنحاء لترسيخ فكرة نظم الزراعة النظيفة بين المزارعين.
- تأسيس بنك للمعلومات عن الزراعة النظيفة وإتاحة المعلومات والبيانات لكل من يطلبها .
- توفير مستحضرات الزراعة النظيفة من أسمدة عضوية مكمورة ومخصبات أحيائية ومبيدات أحيائية.
- مراعاة الاعتبارات البيئية والصحية عند إدخال الكائنات الحية المهندسة وراثياً .
- دعم الجمعيات الأهلية القائمة بتمية نظم الزراعة النظيفة.
- وضع خطة للبحوث والتطوير تدعم جهود تطوير نظم الزراعة النظيفة.
- تنشيط ودعم تسويق منتجات الزراعة النظيفة.
- تأسيس مكاتب لتقييم نوعية المنتجات واستخراج شهادات إنتاج الغذاء النظيف ·

- سن التشريعات التي تنظم الزراعة النظيفة وتحديد مواصفات المدخلات والمخرجات.

•• كيفية التحول لنظم الزراعة النظيفة

يبدأ التحول إلى نظم الزراعة النظيفة بإعداد سجل واف فيما يخص الظروف الداخلية والخارجية للمزرعة يتضمن وصفاً تفصيلياً لطرق الزراعة ولاسيما تاريخ استخدام الأسمدة المعدنية والمبيدات الكيميائية للآفات وغيرها من معاملات التربة، والأحوال الاقتصادية والإيكولوجية للمزرعة.

ويلي ذلك رصد لنوعيات وكميات الملوثات التي تراكمت بين ثنايا النظام البيئي الزراعي، ولاسيما في التربة وموارد المياه، على مدى الزمن من جراء الإسراف في استخدام الكيماويات الزراعية خاصة المبيدات الكيميائية للآفات والمعادن الثقيلة وغيرها من الشوائب التي يشيع تواجدها في الأسمدة المعدنية.

وهناك طرق عديدة لقياس التلوث في النظم البيئية الزراعية، أهمها على الإطلاق استخدام الكائنات الحية ولاسيما النباتات والكائنات الحية الدقيقة بصفتهما أكثر الكائنات الحية التصاقاً بالنظم البيئية الزراعية حيث تمضي حياتها بين جنباتها. وهي أيضاً أكثر الكائنات الحية تأثراً بالملوثات المختلفة، ويمكن استخدامها بنجاح لاستشفاف حجم ونوعية التلوث في البيئة الزراعية. وفي أغلب الأحيان تعاني النباتات والكائنات الحية الدقيقة عند تواجدها في تربة أو مياه ملوثه، وتظهر عليها أعراض خارجية وداخلية مميزة. ويمكن قياس التلوث كميا باستخدام بعض النباتات والكائنات الحية الدقيقة وتقدير نموها في تربة غير ملوثة ونموها في تربة معرضة للتلوث وحساب نسبة النقص في نموها بسبب جراء التلوث. بيد

أننا لا يمكن أن نعتمد اعتماداً كلياً على تلك الظواهر للتعرف على حاله التلوث بالتربة أو المياه بدقة، بل يجب أن يصاحب ذلك بعض التحاليل الكيميائية لعينات من التربة والمياه والنبات.

وفي التربة الزراعية والمياه تتداخل مؤشرات التلوث الكيميائية والفيزيائية والأحيائية بطريقة غاية في التعقيد مما يصعب تشخيص الحالة، وبالتالي اختيار سبل العلاج. وتتدنى نوعية التربة والمياه من خلال كم متباين من عوامل التلوث والتدهور تتوقف مجابهته على كمية ونوعية الملوثات التي تتلقاها كل حين وعلى طبيعة التنوع الأحيائي من الكائنات الحية الدقيقة القاطنة بها.

وهناك نوعان رئيسان من تلوث التربة والمياه الأول تلوث محدود في بقعة صغيرة والثاني تلوث منتشر على نطاق واسع. وينشأ التلوث المحدود من بث الملوثات في التربة والمياه من مصدر محدود، في حين ينشأ التلوث المنتشر من سوء تصرفات الناس ومن الكوارث البيئية. ومن أمثلة التلوث المنتشر انتشار عنصر الرصاص من عادم السيارات في المناطق الزراعية المتاخمة للطرق السريعة، وانتشار الأمطار الحمضية في المناطق الصناعية الملوثة بعادم الصناعة. ومن الأهمية بمكان أن تتضمن برامج الرصد البيئي قياس مؤشرات تلوث التربة والمياه، مع عدم إغفال البيانات التاريخية عما تعرضت له التربة والمياه وأسلوب استغلالها ومسببات بلوغها مستوى من التلوث يتطلب العلاج. وتلوث التربة والمياه له تداعيات بيئية وصحية غالباً ما تحدث عندما تدخل الملوثات إلى النباتات ومنها تنساب عبر السلسلة الغذائية للحيوانات والناس. كما يمكن أن تنتقل تلك الملوثات بين التربة وموارد المياه السطحية والجوفية ولاسيما مياه الشرب.

ولا يعتبر التلوث الكيميائي من تداعيات العصر الحالي، بل تمتد جذوره إلى عدة عقود مع بداية الثورة الصناعية منذ نيف ومائتي عام

حينما كانت مظاهر التلوث محدودة في مناطق معينة مثل المناطق الزراعية المجاورة للمصانع أو المناجم. ومع اتساع نطاق استخدام الوقود الأحفورى وزيادة الإنتاج الصناعى تعاظم انسياب وتواجد الملوثات في البيئة واتسع نطاقها انتشارها الجغرافي، كما تنوعت الملوثات الكيميائية بشكل لافت للنظر حتى تعدت مائة ألف نوع. ولم يعد تلوث التربة والمياه يقتصر على بقاع محدودة، بل انتشر في كافة النظم البيئية العالمية وإن كان في أغلب الأحيان بتركيز ما زال غير محسوس، غير أنه يمكنها أن تتعاظم في بطء شديد بمرور الزمن. ومن المرجح أن يتسبب ذلك في ظهور مشكلات صارخة لتلوث التربة والمياه طالما أنها المثوى الأخير لتلك الملوثات.

وعلى مشارف القرن الحادي والعشرين بات محتماً أن نواجه التحدي ونتصدى له من خلال تطوير أسلوب التفكير في المخاطر المرتقبة من تعاظم تركيز الملوثات في التربة والمياه. وقد لا يكون من المتيسر تقدير التأثير التراكمي للملوثات على كافة مكونات النظم البيئية.

ومن الجدير بالتنويه أن بعض الأراضي والرواسب الطبيعية وموارد المياه لها قدرة فائقة على تخزين وتحليل الكيماويات الملوثة مما يخفض أو يؤجل ظهور تداعياتها البيئية المدمرة لفترات طويلة من الزمن. ومن سمات التربة والمياه الإمساك بالملوثات الكيميائية على سطح غروياتها العضوية والمعدنية بواسطة ظاهرة الإدمصاص، مما يحمي الكائنات الحياة الأخرى من أذى تلك الكيماويات ويصون المياه الجوفية من ولوج الكيماويات السامة إليها. وفي هذا الصدد يمكن تشبيه التربة بقطعة من الإسفنج تدمص العناصر الثقيلة مثلما يمتص الإسفنج السوائل.

ولا يعني هذا بالطبع أن الملوثات الكيميائية سوف تبقى في نفس الموقع وبنفس الصورة إلى الأبد، فقد يؤدي تشبع التربة والمياه أو تبدل الظروف المحيطة بها إلى اختزال قدرتها على تخزين الملوثات الكيميائية بما يفضي

إلى انسياب كميات ضخمة من الملوثات من التربة إلى النظم البيئية الملاصقة لها على حين غرة.

وقد وصف العلامة هيرتسك تلك الظاهرة بالقنبلة الكيميائية الموقوتة، التي تتضمن سلسلة من الأحداث الناشئة من التأثيرات المفاجئة الضارة بالبيئة من جراء انسياب الكيماويات المخزونة في التربة والرواسب والمياه بسبب بعض التغيرات البطيئة.

ويمكن رصد القنبلة الكيميائية الموقوتة من خلال آليتين، تتضمن الآلية الأولى التشبع البسيط، ففي بداية التلوث تكون قدرة غرويات التربة والمياه على إدمصاص المعادن الثقيلة عالية مثلما يتسم الإسفنج الجاف بقدرة فائقة على امتصاص المياه، ومع تزايد الملوثات تتشبع غرويات التربة والمياه ولا تستطيعا احتجاز المزيد من الملوثات مثلها مثل الإسفنج المشبع بالمياه الذى يعجز عن الاحتفاظ بالمزيد من المياه. ويتوقف الزمن بين بداية ورود الملوثات وتشبع غرويات التربة والمياه على معدل ولوج الملوثات ومستوى تشبع غرويات التربة والمياه. ولا يعنى خفض المدخلات من الملوثات عدم بلوغ غرويات التربة والمياه درجة التشبع. ويعتبر ذلك من العوامل الهامة التي تؤخذ في الاعتبار عند وضع معايير حماية التربة والمياه على المدى البعيد.

وتتمثل الآلية الثانية في تتبع قدرة غرويات التربة والمياه على إدمصاص المواد السامة. وتشابه تلك الآلية استخدام إسفنج مبلل بالماء وغير مشبع به. ومن هنا يجب تحديد الصفات الكيميائية للتربة والمياه التي توازن بين إدمصاص وانسياب الملوثات السامة، وكيف أن التغير في تلك الصفات يمكن أن يخل بالتوازن وبالتالي يقلل من قدرة غرويات التربة والمياه على الإدمصاص. وبالنسبة للمعادن الثقيلة يعتبر رقم الأس الإيدروجيني ومستوى الأملاح والمادة العضوية من العوامل الهامة التي تتغير مع تغير الظروف المحيطة.

وعلى الرغم من ارتفاع تكلفة العلاج الأحيائي لمفردات النظام البيئي الزراعي باستخدام الكائنات الحية الدقيقة، وعدم ضمان مستوى جيد من النتائج، فهو يعتبر بمثابة أحسن السبل المتاحة في الوقت الراهن. ومن المأمول مع التطورات الضخمة التي نشهدها حالياً في ساحة التقنيات الأحيائية الزراعية، أن تتوفر مستحضرات العلاج الأحيائي لتلوث البيئة الزراعية بأسعار مناسبة وفاعلات مؤكدة. وفي الوقت الراهن تتوفر في الأسواق المحلية مستحضرات تعالج نوعيات معينة من الملوثات وتزيلها من البيئة بدرجات متفاوتة. وقد يتطلب الأمر الاستعانة بالجامعات ومراكز البحث العلمي لتحضير نوعيات من تلك المستحضرات فاعلة ضد ملوثات بذاتها قد لا يتوفر لها مستحضرات في الأسواق.

وبعد إزالة الملوثات وعلاج كافة مفردات النظام البيئي الزراعي، يوقف تماماً وبصفة نهائية بث الكيماويات الزراعية به مع تكثيف مدخلات نظم الزراعة النظيفة من أسمدة عضوية مكمورة ومخصبات أحيائية ومستحضرات أحيائية لمكافحة الآفات. ويتطلب الأمر متابعة التحول ومستوى فاعليته من خلال برامج للرصد البيئي، مع التدخل بتقنيات أحيائية علاجية ملائمة للبيئة المحلية كلما اقتضى الأمر ذلك.

ويلي ذلك تصميم دورة زراعية مناسبة تحقق مستوى طيب للإنتاج، وكفاءة متميزة في التسويق. ويبدأ تخطيط الدورة الزراعية في إطار إمكانية المزرعة من حيث نوع التربة وقوامها والمناخ السائد بها. وتختار المحاصيل لتلبية لمتطلبات الإنتاج الحيواني، مع الاهتمام بزراعة المحاصيل النقدية طبقا لحالة الطلب في الأسواق. وبصفة عامة يجب توخي العوامل التالية عند تصميم الدورة الزراعية:

- تأتي المحاصيل عميقة الجذور بعد المحاصيل سطحية الجذور بما يهيئ الحفاظ على بناء مفتوح للتربة ويحسن من حالة الصرف ويحول دون بلوغ التربة حالة الغَدَق.

- تبادل زراعة المحاصيل ذات الجذور الكثيفة مع المحاصيل ذات الجذور الخفيفة طالما أن الأولى تنشط الكائنات الحية الدقيقة ولاسيما ديدان الأرض.
- يفضل تكثيف زراعة المحاصيل التي تثبت نيتروجين الهواء الجوي.
- تعطي الأولوية لزراعة المحاصيل النقدية كلما أمكن ذلك، بعد استيفاء متطلبات الأعلاف لقطعان الحيوانات.
- مداومة التسميد الأخضر والحفاظ على الكساء النباتي الطبيعي حتى نحمي التربة من مخاطر الانجراف ونقلل من فقد العناصر الغذائية مع مياه الصرف إلى باطن التربة.
- تأتي زراعة المحاصيل بطيئة النمو التي تتعرض للإصابة بالحشائش بعد زراعة المحاصيل المثبطة لنمو الحشائش.
- تتبادل المحاصيل الورقية مع المحاصيل غير الورقية للحد من انتشار الحشائش.
- عند التعرض لمخاطر الأمراض والآفات الكامنة في التربة تزرع المحاصيل الحاضنة لتلك الآفات على فترات متباعدة وفي مواقيت لا تلائم متطلبات نمو الآفة.
- تستخدم سلالات متنوعة من المحاصيل كلما أمكن ذلك.
- مراعاة مواءمة المحاصيل لصفات التربة وحالة المناخ.

•• مواصفات مدخلات نظم الزراعة النظيفة

- في حالة تعذر تكمير المتبقيات العضوية داخل المزرعة إلى سماد المكمورة، يفضل شراء الأسمدة العضوية المكمورة من مزارع تطبق

نظم الزراعة النظيفة، وعدم شراؤها من مزارع تطبق نظم الزراعة الكيميائية.

- يكمر روث الأغنام والماشية والجياد في مصفوفات هوائية يضاف إليها مسحوق الصخور، مع تركها لمدة لا تقل عن ثلاثة شهور، ويفضل خلطها بقش الأرز المنتج تحت نظم الزراعة النظيفة ٠
- تستخدم الأسمدة العضوية الصناعية بعد تمام تكميرها والتأكد من خلوها من الممرضات النباتية وبذور الحشائش ٠
- يمكن استخدام بعض المتبقيات العضوية مثل مسحوق القرون والدم المجفف ومسحوق العظام والشعر والريش ومسحوق الخردل وما شابه في تحضير سماد المكمورة ٠
- يمكن استخدام البيت موس الخالي من أى إضافات صناعية لزراعة وتربية الشتلات ٠
- يمكن استخدام نشارة الخشب وقلف الأشجار غير المعاملة بمبيدات الفطريات أو مبيدات الحشرات في تحضير مكمورة السماد٠
- غير مسموح باستخدام السماد العضوى الصناعى المعد من القمامة وحمأة الصرف الصحى ٠
- يمكن استخدام بعض المواد المعدنية في أغراض التسميد مثل مسحوق الصخور بشرط معرفة مكوناته مسبقا، وبعض معادن الطين مثل الطفلة (البنتونيت)، والطحالب البحرية ومستخلصاتها، والدولوميت وغيره من مواد الجير ٠
- يمكن في بعض الحالات عند الضرورة استخدام صخر الفوسفات وفوسفات توماس وبعض مركبات العناصر الصغرى وكبريتات البوتاسيوم والجير.

- يمكن استخدام بعض المستخلصات النباتية غير السامة ومستحضرات الكائنات الحية الدقيقة للتربة في كومات التكمير.

- يراعى عدم تجاوز حدود التكثيف الزراعي عن حدود قدرة الموطن البيئى.
- يفضل استخدام تقاوى وشتلات منتجة تحت نظم الزراعة النظيفة، ولا يسمح بتغطية البذور قبل الزراعة بأى مواد كيميائية صناعية بهدف حماية النباتات من الأمراض الكامنة في التربة.
- يجب تطويع المحاصيل المنزرعة على التأقلم مع الظروف في الموقع مما يزيد من قدرتها على مقاومة الأحوال المعاكسة، مع مراعاة زراعة الأصناف المقاومة وراثيا للآفات. ولا تستخدم النباتات المطورة وراثيا تحت نظم الزراعة النظيفة.
- يراعى في عمليات خدمة التربة تقليب الطبقات السطحية وتفكيك الطبقات التحتية، مع عدم إغفال توفر نسبة رطوبة مناسبة في التربة قبل البدء في عمليات الخدمة.
- لا يسمح بالمزارع المائية أو بتغذية النباتات بطريقة الطبقة الرقيقة من المغذيات.
- يسمح باستخدام البخار في تعقيم التربة والمدخلات الزراعية، وكذلك في مكافحة الحشائش حتى عمق ١٠ سنتيمتر من التربة تحت ظروف الزراعة المحمية، ولا يسمح بذلك على أعماق كبيرة أو خارج نطاق الزراعات المحمية.
- يوصى بالتخلص من الحشائش باللهب كلما دعت الأمور إلى ذلك، وتكون المعاملة باللهب بمعدات ميكانيكية بين الخطوط وليس في كامل المساحة المنزرعة. ويمكن استخدام رقائق الألومونيوم وشرائح البلاستيك كلما كانت ذات فائدة.

- يجب توخي غاية الحذر والحيطة عند انتقاء المواد المستخدمة في إنتاج فطر عيش الغراب، وتجلب المدخلات من مزارع تطبق معايير نظم الزراعة النظيفة المتعارف عليها دولياً. وعند إنماء فطر عيش الغراب على الخشب يجب إثبات مصدر الخشب وتخليله عند الاقتضاء. ويمنع تماما استخدام المطهرات الكيميائية، ويسمح باستخدام الجير الحي والتعقيم بالحرارة والكحولات وحامض الخليك ومكافحة الحشرات بشرائط لاصقة

- يوصي بتنشيط الأعداء الطبيعية للآفات، واستخدام مصايد الحشرات من الجاذبات الجنسية والألوان اللافتة والطاردات الميكانيكية والموانع والطاردات غير الكيميائية من المركبات العطرية في مكافحة الآفات.

- يمكن استخدام بعض الشايات الطبيعية التي تقوي نمو النباتات وترفع درجة مقاومتها للآفات مثل منقوع نبات ذيل الحصان والطحالب والطفلة ومسحوق الصخور ومستخلصات السماد العضوي الصناعي ورماد الخشب.

- يستخدم الكبريت المبلل وأملاح النحاس (بحد أقصى لا يتعدى ١,٥ كجم/فدان / عام) وسليكات الصوديوم لمكافحة الفطريات.

- يستخدم لمكافحة الحشرات والهوام مستحضرات أحيائية من الفيروسات والفطريات والبكتيريا ومستخلص البريثريم والمستحلبات البرافينية بدون إضافات من مبيدات الآفات والصابون البوتاسي ومسحوق الأحجار والجير.

- بصفة عامة يمنع تماماً استخدام المواد الحافظة أو المنظفات الكيميائية في معالجات قبل التخزين والتسويق. كما أن الإنضاج الصناعي للثمار باستخدام المواد الكيميائية محظور تماماً. وفي حالة فرز المنتج إلى نوعيات جودة متباينة يحفظ كل مستوى بمفردة ٠

•• تجارب عالمية رائدة

■ **تجربة فقراء المزارعين:** تمكن كثير من المزارعين في الدول الفقيرة ممن يعانون من ظروف طبيعية معاكسة للزراعة وبنية أساسية متهالكة، من استعادة النظم الرئيسة للزراعة التقليدية التي تستند إلى معلومات وتطبيقات محلية توارثتها الأجيال عبر الزمن، وإحلالها بنجاح محل نظم الزراعة الكيميائية التي سادت العالم منذ ثلاثينات القرن العشرون. وفي السنوات الأخيرة، ألقت كثيرٌ من الدراسات التي أجريت على نظم المعلومات المحلية الضوء على مدى ثراء المعلومات المتوفرة عن نظم الزراعة التقليدية لدى هؤلاء المزارعين.

وبصفة عامة يطبق صغار المزارعين من أفقر الفقراء في الدول الفقيرة، الذين لا تتوفر لديهم الموارد الطبيعية أو رأس المال، نظماً للزراعة قليلة المدخلات تستند إلى نظم الزراعة التقليدية. وفي تلك المجتمعات البدائية في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية بدأ التغير باستعادة النظم التقليدية للزراعة التي طورت فيما بعد بغية محاكاة الزراعة النظيفة.

وعلى الرغم من المميزات العديدة التي ينالها صغار المزارعين من تطبيق نظم الزراعة النظيفة، فإنهم يعانون حاليا من ضغوط عالمية شديدة الوطأة في كل مكان من جراء منافسات عالمية اقتصادية عنيفة لا تسمح لغير الزراعات العملاقة بالنمو والازدهار. كما أن رغبة كثير من الحكومات في جباية الضرائب والعملات الصعبة من المزارعين تكون أكثر فاعلية من خلال الوحدات الكبيرة التي توجه إنتاجها للتصدير أكثر من صغار المزارعين الذين يحتاجون للدعم لتلبية متطلبات أسرهم.

■ **تجربة المملكة المتحدة:** بدأ التحول إلى نظم الزراعة النظيفة في المملكة المتحدة حين دعمت الحكومة المزارعين الذين أبدو رغبة في تطبيق نظم الزراعة النظيفة بمبلغ ٢٥٠ جنيه استرليني لكل هكتار تسدد بعد تمام

التحول عن نظم الزراعة الكيميائية. وقد عارض البعض مبدأ دعم التحول إلى نظم الزراعة النظيفة طالما أن المزارعين يحققون ربحاً وفيراً من تسويق منتجاتهم الخالية من متبقيات الكيماويات الزراعية بأسعار مرتفعة وليسوا في حاجة ماسة إلى دعم الحكومة. وقد حدا ذلك بالحكومة إلى قصر الدعم على الفترة التي يستغرقها التحول فقط، والتي قدرت بخمس سنوات، والتي ربما قد يعاني بعض المزارعين خلالها من نقص الغلة من جراء التوقف عن استخدام الكيماويات الزراعية. وقد أقر مدير إحدى الشركات الزراعية الكبرى في المملكة المتحدة أنه حقق ربحية من نظم الزراعة النظيفة تعادل ربحية نظم الزراعة الكيميائية. ومن المعروف أن سوق منتجات الزراعة النظيفة تنمو سنويا بمعدل بين ٢٠ - ٣٠٪، وتشح منتجاتها في أسواق الاتحاد الأوروبي.

■ **تجربة كوبا:** ظلت كوبا طوال القرن الماضي تطبق نظم الزراعة الكيميائية حتى تأزمت علاقاتها التجارية الخارجية في عام ١٩٨٩، وعانت نظم الزراعة الكيميائية بها من قصور شديد في كافة المدخلات التي كانت تستورد من الخارج، والتي تتمثل في نصف احتياجاتها من الأسمدة المعدنية وأكثر من ٨٠٪ مما تستهلكه من مبيدات الآفات. ومع بداية عام ١٩٩٠ بدأت كوبا محاولة جادة لاستبدال كافة المدخلات الزراعية والمواد الزراعية بمنتجات محلية لتعذر الاستيراد من الخارج. وبدأ التفكير جديا في التحول إلى نظم زراعة نظيفة لا تلجأ فيها الدولة والمزارعون إلى المدخلات الكيميائية المستوردة. وتضمنت الاستراتيجية الاعتماد على سلالات مقاومة للآفات الزراعية وتغير الدورات الزراعية واستخدام الأعداء الطبيعية للآفات.

ومنذ منتصف تسعينات القرن العشرين تبوأت كوبا مرتبة الريادة بين الدول في إنتاج واستخدام مبيدات الآفات الأحيائية. واستفادت كوبا من

خبراتها السابقة في استخدام المتطفلات الحشرية بنجاح في مقاومة ثاقبات القصب وبعض الأمراض التي تصيب نباتات الدخان والطماطم والكسافا والبطاطا كركيزة للانطلاق في تعميم تلك التقنية على المستوى القومي. وتمكن علماء الأحياء بها من ابتكار تقنيات أحيائية بناء على دراسات مستفيضة على البكتيريا والفطريات وإنتاج مبيدات أحيائية فعالة منها.

وقد تحقق نجاح كوبا في التحول إلى نظم الزراعة النظيفة من خلال مسارين متوازيين في إنتاج مبيدات الآفات الأحيائية، تمثل المسار الأول في تأسيس شبكة من المخمرات لإنتاج مبيدات الآفات الأحيائية صناعيا على المستوى القومي، وتمثل المسار الثاني إيجاد الفني الماهر في عدد كبير من مراكز الإنتاج الصغيرة المنتشرة في كافة ربوع الريف والتي تنتج المبيدات الأحيائية للآفات بتقنيات متقدمة. وتخصصت كل وحدة في إنتاج مبيد أحيائي يشتد الطلب علية في نطاقها المحلي، كما يمكن تسويقه وتصديره إلى مناطق أخرى قريبة. ومنذ منتصف تسعينات القرن العشرين أسست الحكومة نحو ٢٢٠ وحدة صغيرة في كافة أرجاء البلاد. وقد حققت تلك الوحدات نجاحاً ملموساً شهد به الجميع.

•• تشريعات ومعايير منتجات الزراعة النظيفة

هناك تشريعات تنظم الزراعة النظيفة وتحديد مواصفات منتجاتها في كثير من الدول مثل استراليا وبلغاريا وكندا والصين والتيشيك والدنمارك وهونكونج والهند وإيرلندة ونيوزيلاندة والسويد وسويسرا والولايات المتحدة واليابان وتونس وتركيا. وفي العالم العربي هناك مسودات لمشروعات قوانين في مصر والمغرب وباكستان.

وتهدف تشريعات ومعايير نظم الزراعة النظيفة إلى حماية المستهلكين ضد الخداع في السوق وحماية منتجي الزراعات النظيفة ممن يدعون أن منتجاتهم من زراعة نظيفة وتنسيق نظام دولي للتعريف بمنتجات الزراعة النظيفة يدعم ويحافظ على نظم الزراعة النظيفة في كل دولة.

وقد بدأ تنظيم نظم الزراعة النظيفة في الاتحاد الأوروبي بصدور القانون رقم ٢٠٩٢ لسنة ١٩٩١ الذي يحدد نظم إدارة المزارع النظيفة وكيفية تداول منتجاتها حتى وصولها إلى المستهلك، كما يحكم عمليات تصدير منتجات الزراعة النظيفة إلى خارج أعضاء الاتحاد الأوروبي. ويتم تطبيق هذا القانون حالياً في كافة دول الاتحاد الأوروبى، كما يجري تعديلات بعض مواده بصفة دورية في ضوء نتائج التطبيق، وتقع مواد القانون والتعديلات التي أدخلت عليه في نحو ٦٥٨ مادة.

ووفقاً لمواد القانون رقم ٢٠٩٢ لسنة ١٩٩١ وتعديلاته يجب على كل دولة ترغب في تصدير منتجات نظم الزراعة النظيفة إلى دول الاتحاد الأوروبي أن يكون لديها نفس القوانين أو النظم المطبقة في الاتحاد الأوروبي في هذا الصدد من خلال:

- في حالة وجود تشريعات في الدولة المصدرة عن نظم الزراعة النظيفة تطابق ما هو مطبق في الاتحاد الأوروبي يمكن التقدم إلى مكتب بروكسل بطلب مدعم بالمستندات للحصول على تصريح بالتصدير إلى دول الاتحاد الأوروبي. وتقوم لجان فنية متخصصة بدراسة الطلب وعرض الرأي على اللجنة الدائمة في الاتحاد الأوروبي، التي تقرر نشره في الجريدة الرسمية، في حالة الموافقة عليه، ويعمل به من تاريخ النشر. وبذلك توضع الدولة على قائمة الدول المسموح لها بتصدير منتجات نظم الزراعة النظيفة بصفة

دائمة ما لم يصدر عنها تجاوزات تستلزم إعادة النظر في منحها تلك التسهيلات ٠

- في حالة عدم وجود تشريعات في الدولة المصدرة تطابق قوانين الزراعة النظيفة المطبقة في الاتحاد الأوروبي، تتم الموافقة طبقاً لحالة المتقدم سواء كان فرداً أو منظمة أو شركة شرط أن يستوفي المتقدم متطلبات قوانين الاتحاد الأوروبى في مجال نظم الزراعة النظيفة من خلال مستندات موثقة وتفتيش حقلى بواسطة شركات تفتيش أوروبية معتمدة تقوم بإصدار تقارير تفتيش دورية حول أسلوب التطبيق، ويحق لها وقف عمليات التصدير مؤقتاً أو نهائياً في حالة وجود ما يخالف القوانين والنظم المعمول بها في الاتحاد الأوروبي.
- يمكن خلال فترة العام الأول من التحويل إلى نظم الزراعة النظيفة تسويق المنتجات طبقاً لمواصفات المنتج والطرق المتبعة في الإنتاج وبشرط مرور عام على بدء تنفيذ تطبيقات الزراعة النظيفة. ويتم تقييم المنتجات بواسطة خبراء قبل الحصول على الترخيص مع ضرورة وضع علامة على المنتج تفيد بأن المزرعة في مرحلة التحول إلى نظم الزراعة النظيفة ٠
- حتى تصير المزرعة مؤهلة للحصول على شهادة رسمية بأن منتجاتها تطابق معايير نظم الزراعة النظيفة ويمكن أن تسوق على هذا الأساس يجب مرور عامين على بدء تطبيقات الزراعة النظيفة بكامل مساحتها. وفي حالة التحول إلى نظم الزراعة النظيفة على مراحل لا تعطي الشهادة قبل مرور خمسة أعوام من تاريخ بدء التحول، بعد حصاد المحصول السادس تحت ظلال نظم الزراعة النظيفة. وقبل الحصول على الشهادة تخضع المزرعة لتفتيش فنى للتأكد من أن كامل المزرعة تطبق معايير نظم الزراعة

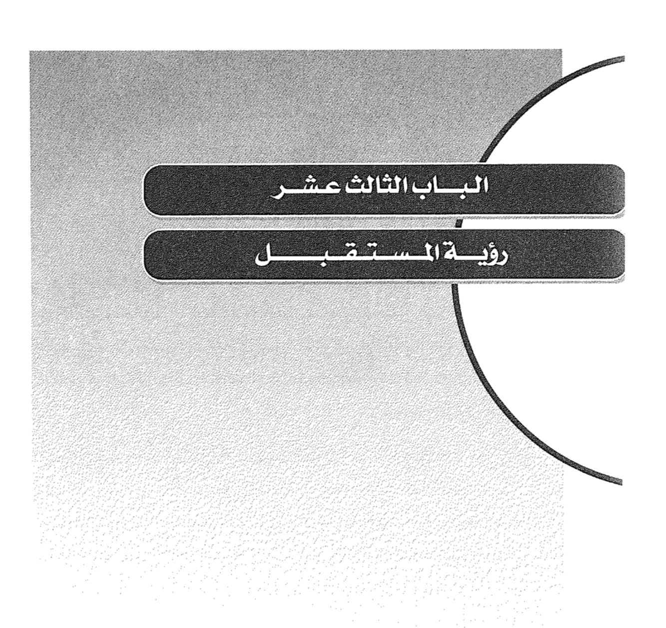
النظيفة طوال العامين الماضيين قبل التفتيش وكذلك الصناعات الزراعية القائمة في المزرعة، كما تفحص نتائج التحاليل الكيميائية للتربة، مع التأكد من توفر ما يكفي من معلومات عن تطبيقات ومعايير الزراعة النظيفة لدى القائمين على إدارة المزرعة. وإلى جانب الخبرة المهنية يتحتم الاشتراك في إحدى الحلقات الدراسية التي تنظمها الجمعيات المتخصصة.

وفي هذا الصدد تم في جمهورية مصر العربية إنشاء اتحاد منتجي ومصدري نظمي الزراعة الأحيائية (النظيفة) والديناميكا الأحيائية يضم المنتجين والمصدرين يتولى تمثيلهم والدفاع عن مصالحهم والتنسيق فيما بينهم ومعاونتهم في مجال التسويق. وتم إنشاء شركة مصرية مساهمة مستقلة للتفتيش (المركز المصري للزراعة العضوية) من ذوي الخبرة العلمية والعملية في مجال التفتيش بصفة عامة وتطبيق قوانين ونظم الاتحاد الأوروبى وفقا للقانون لرقم ٢٠٩٢ لسنة ١٩٩١ بصفة خاصة. وتقوم الشركة بالتفتيش على المزارع والشركات وإصدار الشهادات اللازمة لتصدير منتجاتها من نظم الزراعة النظيفة. كما تم الاتفاق مع شركة تفتيش دولية يعترف بها الاتحاد الأوروبي لمعاونة جهاز التفتيش المصري وتقدم تقاريرها للجهات الرسمية في الاتحاد الأوروبي.

•• ترخيص منتجات الزراعة النظيفة

لا توجد حتى الآن تشريعات في الدول العربية لترخيص منتجات الزراعة النظيفة، ولا يتعدى الأمر مسودة بالقوانين الحاكمة للزراعة النظيفة أعدتها لجنة في وزارة التجارة الخارجية في مصر ما زالت تحت المراجعة.

ويمكن بيع منتجات الزراعة النظيفة في المزرعة ووضع العلامات التجارية عليها، ويفضل التسويق للمناطق القريبة من المزرعة، مع مراعاة حفظ سجلات المزرعة بعد تسويق المحصول. ويشار في العلامة التجارية إلى مصدر المنتج وطريقة الإنتاج، مع التفرقة بين المنتج المحلي والمنتج المستورد في هذا الصدد.



الباب الثالث عشر

رؤية المستقبل



الباب الثالث عشر

رؤية المستقبل

الزراعة في مفهومها العام ليست ترك الأمور للنظم البيئية الزراعية كى توازن نفسها بنفسها، بل يتحتم تدخل الإنسان لتوجيه النظام البيئي الزراعي نحو تحقيق الغلة المرجوة من الغذاء والكساء. ولن يتم ذلك إلا في إطار تناغم تام بين النظم البيئية والتقنيات الأحيائية المستحدثة تحت مظلة نظم زراعية مستدامة تنتج غذاء صحي، وتتسم بجدوى اقتصادية وتصون البيئة وتكون قابلة للتطوير.

ومن أهم تلك النظم نظم الزراعة النظيفة التي تنتج غذاء عالي الجودة يحسن من صحة الناس، في إطار اقتصادي يعود بالخير على المزارعين والمستهلكين، وتحقق التنمية الزراعية المستدامة، وتحمي البيئة، وتتناغم مع الطبيعية. وتستند فلسفة نظم الزراعة النظيفة على أن معيشة الناس والكائنات الحية تتواصل من خلال صون النظم البيئية والتناغم مع قوانين الطبيعة.

وقد أدى الاستخدام المفرط في الكيماويات الزراعية والمبيدات إلى زيادة الإنتاج الزراعي في بعض البلدان كأمريكا وأوروبا مع ثبات الطلب وبالتالي انخفضت الأسعار واشتدت المنافسة الشديدة مما دفع بصغار الفلاحين في كل مكان إلى خارج حلقة السباق. وكان من جراء ذلك في ألمانيا واليابان أن بدأ كثير من صغار المنتجين في التخلي عن الزراعة، لولا الدعم المقدم من الحكومات لمساعدتهم على مداومة نشاطهم في مختلف مجالات الإنتاج الزراعي٠ وفي منتصف تسعينات القرن العشرين أنفقت

الحكومات في أوروبا وأمريكا ما يوازى ٧٥ بليون دولار سنويا لدعم المزارعين نتيجة زيادة الإنتاج وانخفاض الأسعار.

وفي الوقت الراهن تطبق نظم الزراعة النظيفة في نحو ٤٥ مليون فدان على مستوى العالم، ومن المتوقع تزايدها بمرور الوقت. وقد بلغ إجمالى مبيعات منتجات نظم الزراعة النظيفة في الأسواق العالمية عام ٢٠٠٢ نحو ٢١ بليون دولار. وغالباً ما تباع تلك المنتجات بأسعار تزيد أسعار مثيلاتها من منتجات نظم الزراعة الكيميائية.

ولا ريب أن التحول من نظم الزراعة الكيميائية إلى نظم الزراعة النظيفة بات هاماً وضرورياً في المستقبل المنظور، لأنه لن يوفر فقط الغذاء الآمن ولكن لأنه أيضاً في ظل الاتفاقيات الدولية ستكون منتجات الزراعة النظيفة هى أساس التبادل التجاري بين الدول، وسترفض الأسواق العالمية أى منتج زراعي معامل بالكيماويات. ومن المأمول أن تنتشر نظم الزراعة النظيفة في غضون العقود القليلة القادمة كافة ربوع الوطن العربي، من أجل إنتاج آمن خال من متبقيات الكيماويات الزراعية ومتوازن في محتواه من العناصر الغذائية، وقادر على المنافسة في الأسواق العالمية، وبتكلفة أقل من منتجات الزراعة الكيماوية، مع تحسن نوعية البيئة وصون الموارد الطبيعة. غير أنه من الأهمية بمكان التنويه بأن تحويل نظم الزراعة الكيماوية القائمة منذ الثلاثينات إلى نظم للزراعة النظيفة لا يمكن أن يتم بين يوم وليلة.

•• الزراعة النظيفة في العالم العربي

تتوفر في كثير من الدول الأجنبية بصورة طبيعية نظم بيئية زراعية يمكن، بدرجة ما، أن تغل بنجاح إنتاج زراعي آمن بدون استخدام كيماويات زراعية. بيد أن الحال يختلف كثيراً في النظم البيئية الزراعية القائمة في

الدول العربية، حيث لا تتعدى نسبة المواد العضوية ٢٪ في أخصب الأراضى، وتقل كثيراً حتى أجزاء قليلة في المليون في كافة الأراضي الصحراوية القاحلة وشبه القاحلة ولاسيما تلك حديثة الاستصلاح.

وفي الآونة الأخيرة ظهرت مؤشرات تنبئ بالاهتمام بتبني سياسات زراعية تحقق توازناً بين زيادة الإنتاج الزراعي مع تجنب الآثار السلبية على البيئة. وفي غضون الخمسة عشرة عاماً الماضية نجحت تلك الممارسات في الحد من استخدام المبيدات الكيميائية في الزراعة حيث انخفض معدل استخدامها، في مصر على سبيل المثال، من ٣٥ ألف طن عام ١٩٧١ إلى ٣ آلاف طن عام ٢٠٠٠، وحل محلها بنجاح تطبيق نظم المكافحة المتكاملة للآفات. وتبذل الجهود حاليا إنتاج ونشر المخصبات الأحيائية للحد من الاستخدام المفرط للأسمدة الكيماوية.

واعتباراً من عام ٢٠٠٠ قررت الحكومة المصرية البدء في الزراعة بدون استخدام المبيدات الكيميائية للآفات لأراضي بعض المحافظات مثل محافظتى شمال سيناء والوادي الجديد وتوشكا وشرق العوينات، وإعلان محافظتى الفيوم والإسماعيلية محافظتين نظيفتين خاليتين من المبيدات. وعلى الرغم من ذلك فمازالت المساحات التي تزرع بنظم الزراعة النظيفة في مصر محدودة للغاية، وتزداد بمعدلات تكاد لا تذكر.

وفي الآونة الأخيرة زاد الاهتمام بالزراعات النظيفة في مصر بعد أن تأكد للمزارعين أنه وإن كانت الأسمدة والمبيدات الكيماوية والهرمونات ومنظمات النمو قد تزيد من الإنتاج والربحية، إلا أنها تساهم في تدمير الصادرات الزراعية المصرية في ظل الاهتمام العالمي المتزايد، ولاسيما في دول الاتحاد الأوربي والولايات المتحدة الأمريكية ومعظم دول جنوب شرق آسيا، بمعايير الجودة البيئية وتفضيل شراء السلع والمواد الصديقة للبيئة.

وتتضمن الزراعات النظيفة في مصر حالياً من محاصيل الخضر

البطاطس والبصل والثوم والفاصوليا والفلفل والخيار والكانتالوب والفراولة والطماطم والكوسة والجزر والبسلة، ومن محاصيل الفاكهة العنب والمشمش والخوخ والتفاح والليمون والبرتقال واليوسفي والكمثرى والرمان والمانجو، ومن محاصيل الحقل القطن والفول السوداني والسمسم، ومن النباتات الطبية والعطرية الينسون والكراوية والنعناع والريحان والزعتر والكركديه والكمون والكرفس والبقدونس والكرات والشمر وعشب الليمون والقرنفل والشيح.

ومن الخطأ القول إن جميع الأراضي الزراعية في الدول العربية ملوثة بمتبقيات الكيماويات الزراعية، ومن غير الحقيقي أيضاً أن نؤكد على أنها نظيفة أو غير ملوثة. وفي هذا الصدد يجب تقييم ما ينشر عن تلوث التربة أو المياه في موقع محدد، حتى يؤخذ بحجمه الطبيعي ولا يعمم على كافة الأرجاء، بيد أن ذلك لا يعني إهماله أو تجاهله طالما أن هناك من التقنيات الأحيائية الحديثة ما يمكنها التعامل مع مثل هذا التلوث.

وفي الوقت الراهن تنتشر في ربوع الوطن العربي مجموعة من الجمعيات الأهلية يتركز نشاطها حول الزراعة النظيفة لإنتاج غذاء آمن، وقد اعتمد تشكيلها على صفوة منتقاة من العلماء وكبار المسئولين التنفيذيين. وبعض تلك الجمعيات يمارس إنتاج أغذية نباتية نظيفة يصدر بعضها إلى الخارج فعلاً. غير أن أنشطة تلك الجمعيات لا تزال محدودة لقصور موارد التمويل.

ومؤخراً أنشأت وزارة الزراعة المصرية في مركز البحوث الزراعية معملاً مركزيا للزراعة العضوية يناط به نشر نظم الزراعة النظيفة والتعريف بها وتأسيس قاعدة بيانات قومية عن الزراعة النظيفة في مصر وتنسيق التعاون بين كافة الجهات المعنية في هذا القطاع والسيطرة على ما يعرض في الأسواق من منتجات الزراعة النظيفة ومتابعة البحث العلمي في هذا المجال.

وإزاء الدعوة المستمرة إلى استثمار الظروف المناخية المعتدلة في الوطن العربي، وبحكم استراتيجية موقعه الجغرافي وقربه من الأسواق العالمية التي تستوعب كميات كبيرة من المنتجات النظيفة، في مواسم معينة على الأقل، بالإضافة إلى ما تملكه الدول العربية من موارد زراعية طبيعية وخبرة فنية متميزة، فمن الضرورى استثمار كل ذلك في تعظيم إنتاج وتصدير منتجات زراعية نظيفة، ولاسيما تلك التي تستهلك طازجة مثل الخضر والفاكهة، طالما كانت أهم المعوقات أمام معظم السلع المصدرة هو عدم مطابقة المنتجات للمواصفات المطلوبة، وخاصة بعد التغيرات التي شهدها العالم في الآونة الأخيرة بشأن التجارة العالمية والبيئة .

والواقع أن الوطن العربي في حاجة ماسة إلى أن يركز على التميز في هذا المجال، مما يفتح آفاقا جديدة لزيادة الدخل القومى بشرط ألا تكون قاصرة على زراعات محدودة المساحة، وإنما تتبنى نظرة الإنتاج المستدام المؤثر في التجارة العالمية، ولن يتأتى ذلك إلا من خلال تخطيط علمي وخبرة عملية.

مصطلحات هامة في علوم البيئة

مصطلحات هامة في علوم البيئة

أرصاد جوية	meteorology - Agro
ازدهار نمو الطحالب	Algal boom
تربة قلوية	Alkali soil
برمائيات	Amphibians
روث الحيوانات	Animal dung
تقنية مواءمة	Appropriate technology
مناطق قاحلة	Arid zones
مفصليات	Arthropods
تحلل أحيائى	Biodegradation
تنوع أحيائى	Biodiversity
مخصبات أحيائية	Biofertilizers
غاز أحيائى	Biogas
مكافحة أحيائية	Biological control
مؤشرات أحيائية	Biological indicators
كتلة أحيائية	Biomass
أمان أحيائى	Bio-safety
محميات المحيط الأحيائى	Biosphere reserves
أنماط أحيائية	Biotopes
علم النبات	Botany
مسبب للسرطان	Carcinogenic

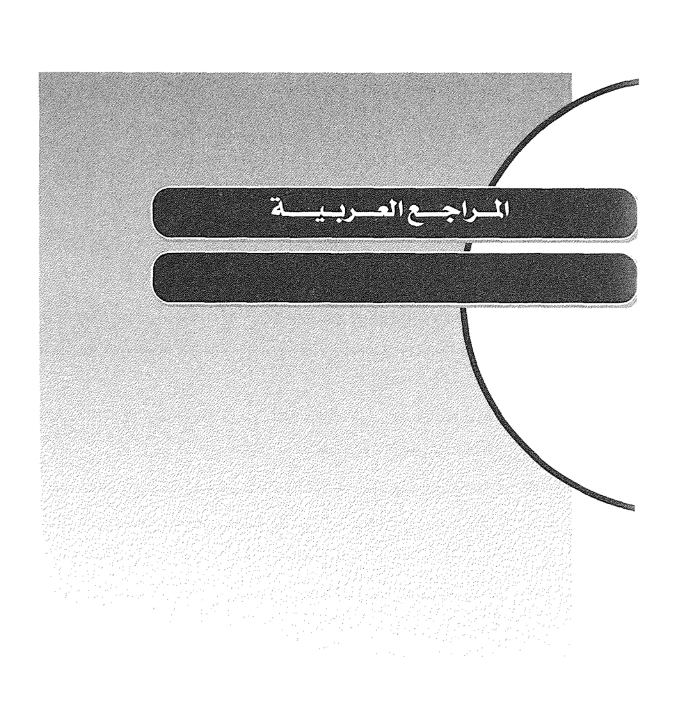
Carrying capacity	قدرة البيئة على الحمل
Chemical farming	زراعة كيميائية
Clean farming	زراعة نظيفة
Clean technology	تقنية نظيفة
Climate change	تغير المناخ
Climatology	علم المناخ
Composting	تكمير
Conservation	صون
Contaminated soil	تربة بها شوائب
Contour farming	زراعة كنتورية
Cost-benefit analyses	تحليل التكلفة/المنفعة
Desalination	إزالة الملوحة
Desertification	تصحر
Dredging	تطهير المصارف
Drip irrigation	رى بالتنقيط
Drought	جفاف
Drought control	مقاومة الجفاف
Dry farming	زراعة جافة
Eco-development	تنمية بيئية
Ecology	علم العلاقة بين الأحياء وغيرها من الظواهر
Emission	انبعاث
Ensilage	سيلجة
Environment	الوسط الذى تعيش فيه الكائنات الحية
Environmental accounting	محاسبة بيئية

Environmental auditing	مراجعة الحسابات البيئية
Environmental impact assessment	تقييم الأثر البيئى
Environmental impact statement	تقييم حالة البيئة
Environmental legislation	تشريعات بيئية
Environmental liability	مسئولية بيئية
Environmental quality	نوعية البيئة
Environmental risk assessment	تقييم المخاطر البيئية
Environmental vandalism	تخريب بيئى
Fauna	كائنات حية حيوانية
Fisheries	مصايد الأسماك
Flood irrigation	رى بالغمر
Flora	كائنات حية نباتية
Fog	ضباب
Food additives	إضافات للغذاء
Food chain	سلسلة الغذاء
Fungicides	مبيدات فطريات
Genetic engineering	علم الهندسة الوراثية
Geographic information system	نظم المعلومات الجغرافية
Germplasm	مورثات
Global warming	تدفئة كونية
Grassland ecosystem	نظم بيئة العشب
Green labeling	بطاقات خضراء
Greenbelt	حزام أخضر
Greenhouse effect	تأثير الصوبة

Habitat	موطن
Heavy metals	معادن ثقيلة
Herbicides	مبيدات حشائش
Humidity	رطوبة
Hydrology	علم المياه
Indigenous forests	غابات أصلية
Insecticides	مبيدات حشرية
Limnology	علم كائنات المياه العذبة
Mammals	ثدييات
Marginal soil	تربة هامشية
Metabolism	أيض
Meteorology	علم الطقس
Methane	غاز ميثان
Microbiology	علم الكائنات الحية الدقيقة
Microclimate effect	تأثيرات المناخ المحلى
Micro-pollutants	ملوثات دقيقة
Molecular biology	بيولوجيا جزيئية
Monitoring	رصد
Mutagens	مسببات الطفرة
Mycology	علم الفطريات
National park	متنزهات وطنية
Nematocides	مبيدات نيماتودا
Non-renewable resources	موارد ناضبة
Nurseries	مشاتل

Parasites	طفيليات
Persistence	بقاء
Pesticides	مبيدات آفات
Pests	آفات
Pollution criteria	معايير التلوث
Pollution norms	معدلات التلوث
Precipitation	هطول
Rainfall	سقوط المطر
Rain-fed farming	زراعة مطرية
Reaforestration	إعادة زراعة غابات
Recycling	تدوير
Remote sensing	استشعار عن البعد
Renewable resources	موارد متجددة
Reptiles	زواحف
Resource appraisal	تقييم الموارد
Reuse	إعادة استخدام
Revegetation	إعادة الكساء الأخضر
Run-off	جريان سطحى
Sand dunes	كثبان رملية
Semi-arid zones	مناطق شبه قاحلة
Sewage effluents	مياه صرف صحى
Simulation models	نماذج محاكاة
Slaughterhouse wastes	نفايات المجازر
Sludge	حمأة صرف صحى

Soil conservation	صون التربة
Soil degradation	تدهور التربة
Soil improvement	تحسين التربة
Soil pollution	تلوث التربة
Soil salination	تمليح التربة
Sprinkler irrigation	رى بالرش
Subterranean water	مياه جوفية
Sustainable development	تنمية مستدامة
Taxonomy	علم تقسيم الكائنات الحية
Technology transfer	نقل التقنيات
Trace elements	عناصر شحيحة
Transpiration	نتح
Trickle irrigation	رى بالتنقيط
Vectors	ناقل للمرض
Virology	علم الفيروسات
Water hyacinth	ورد النيل
Water salination	تمليح المياه
Waterfowl	طيور مائية
Waterlogged soil	تربة غدقة (مشبعة بالماء)
Watershed	مساقط مياه
Wells	آبار
Wetland ecosystem	نظم بيئة الأراضى الرطبة
Wildlife	حياة برية
Zoology	علم الحيوان


المراجع العربية

•• المراجع العربية ••

- **إبراهيم النحال ومحمد نذير سنكرى ويونس اسحق مدنى (١٩٨٦)**: الاعتبارات البيئية وأهميتها في التنمية الزراعية في العالم العربي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم - تونس.
- **أحمد إبراهيم نجيب ومحمد صابر (١٩٩٤)**: نظم الزراعة العضوية الأحيائية. مطبوعات الشبكة الإسلامية للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية.
- **أحمد السيد خنيزى (١٩٩٨)**: تغذية حيوانات اللبن. الإدارة العامة للثقافة الزراعية - وزارة الزراعة بالقاهرة.
- **أحمد جمال عبد السميع وهلال الحطاب ومحسن الديدى ومحمد صابر (١٩٩٦)**: تاريخ الفكر الزراعي في مصر خلال القرنين التاسع عشر والعشرين. أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا بالقاهرة.
- **المأمون خليفة - محمد صابر - رجاء رزق - يعقوب عبد الله (١٩٩١)**: الآثار البيئية للتنمية الزراعية في الوطن العربى. المنظمة العربية للتنمية الزراعية - جامعة الدول العربية بالخرطوم.
- **أمين على إبراهيم (١٩٥٨)**: تخطيط المبانى الزراعية. دكتور أمين على إبراهيم.
- **جمال جورج أنطون وعزمى نصحى أسطفانوس (٢٠٠٠)**: السيلاج. الإدارة العامة للثقافة الزراعية - وزارة الزراعة بالقاهرة.
- **حامد سعيد حامد (٢٠٠٠)**: تلوث الغذاء وأضراره على صحة الإنسان. الإدارة العامة للثقافة الزراعية - وزارة الزراعة بالقاهرة.

- **حسن أبو بكر (مترجم) لورانس فان فيلد هويزن وآخرون (٢٠٠٠)؛** إبداعات الفلاحين - دليل تنمية التكنولوجيا الزراعية مع الفلاحين. الهيئة القبطية الإنجيلية للخدمات الاجتماعية .
- **سامى محمد شحاتة ومحمد راغب زناتى وبهجت السيد على (١٩٩٣)؛** الأسمدة العضوية والأراضى الجديدة. الدار العربية للنشر والتوزيع.
- **سعد على زكى وعبد الوهاب عبد الحافظ ومحمد الصاوى (١٩٨٧)؛** ميكروبيولوجيا الأراضى. مكتبة الأنجلو المصرية بالقاهرة.
- **عبد المنعم محمد الجلا (٢٠٠٢)؛** الزراعة العضوية - الأسس وقواعد الإنتاج والمميزات. دكتور عبد المنعم الجلا.
- **عبد المنعم محمد بليع (٢٠٠٠)؛** أحياء تحت سطح الأرض. الشبهابى للطباعة والنشر والتوزيع - الإسكندرية - مصر.
- **عزت شعلان (مترجم) جون بوست جيت (١٩٨٥)؛** الميكروبات والإنسان. عالم المعرفة - الكويت.
- **محمد باسم عاشور (٢٠٠١)؛** التكنولوجيا الحيوية الزراعية - من المعرفة إلى الحكمة. المكتبة الأكاديمية بالقاهرة .
- **محمد راغب زناتى وأحمد محمد بدوى (١٩٩٥)؛** الأراضي الزراعية - المشكلات والمستقبل. المكتبة الأكاديمية بالقاهرة.
- **محمد صابر (١٩٧٣)؛** دور الميكروبات في الحياة .. الإنتاج الزراعي. الهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة.
- **محمد صابر (١٩٧٤) ؛** عالم الميكروبات. الهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة.
- **محمد صابر (١٩٧٦) ؛** الإنسان والميكروب والزراعة. الهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة.

- **محمد صابر (١٩٨٤)**: حكاية أول ميكروب. الهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة.
- **محمد صابر (١٩٨٧)**: مطالعات علمية. الهيئة المصرية العامة للكتاب بالقاهرة.
- **محمد صابر (مترجم) ترافس واجنر (١٩٩٤)**: البيئة من حولنا. الدار الدولية للنشر والتوزيع - القاهرة - الكويت - لندن.
- **محمد صابر (٢٠٠٠)**: الإنسان وتلويث البيئة. مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - المملكة العربية السعودية.
- **محسن محمود شكرى (١٩٩٦)**: تحويل مخلفات التصنيع الزراعي النباتي إلى منتجات اقتصادية. المؤتمر القومي الأول (إعادة استخدام وتطوير المخلفات). مجلس بحوث البيئة والتنمية - أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.
- **مختار أحمد أبو العلا ومصطفى يوسف عطية (٢٠٠١)**: مواد العلف المستخدمة في تغذية الدواجن . الإدارة العامة للثقافة الزراعية - وزارة الزراعة بالقاهرة.
- **مصطفى فايز وهدى الله حاتم (٢٠٠٢)**: دليلك إلى تغذية الأبقار. مطابع الطويجي التجارية بالقاهرة.

المراجع الأجنبية

Backman, H.O. and Nyle, C. (1960) : The Nature and Properties of Soils. The Macmillan Company, N.Y., USA.

BDFGA (New Zealand) (1989) : Biodynamics: New Directions for Farming and Gardening in New Zealand. Random Century New Zealand, Auckland.

Blaser, P. and Pfeiffer, E. (1984) : "Bio-Dynamic Composting on the Farm" and "How Much Compost Should We Use?" . Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, Inc., Kimberton, PA.

Bostid, A. (1995) : Lost crops of the Incas: little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. Washington National Academy Press

Brinton, W., F. (1997): Sustainability of Modern Composting: Intensification versus costs & quality.

Biodynamics. July-August. p. 13-18.

Brundtand, R. (1987) : Our Common Future . World Commission on Environment and Development, Oxford University Press

Carpenter-Boggs, L. A. (1997) : Effects of Biodynamic Preparations on Compost, Crop, and Soil Quality. Washington State University, Crop and Soil Sciences. PhD Dissertation.

Castelliz, K. (1980)

Life to the Land: Guidelines to Bio-Dynamic Husbandry.

Lanthorn Press, Peredur, East Grinstead, Sussex, England.

CGIAR (1988): Sustainable Agriculture Production: Implications for International Agricultural Research. FAO, Rome

Courtney, H. (1994) : Compost or Biodynamic Compost.

Applied Biodynamics. Fall. p. 11-13.

Courtney, H. (1994) : More on Biodynamic Composting.

Applied Biodynamics. Winter. p. 8-9.

Courtney, H. (1995) : More on Biodynamic Composting.

Applied Biodynamics. Spring. p. 4-5.

Dlouhy, J. (1978): The Quality of Plant Products Under Conventional and Biodynamic Management. Nordisk Forskningsring Meddelande no 28.

FAO, (1990): Sustainable Development and Natural Resource Management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Finck, A (1984): Important effects of intensive fertilization on environment: hazards and preventive measures. UNDP-Symposium, Batumi, USSR.

Goldstein, W. (1977): Potato quality. Agricultural College of Sweden no 272 :1- 30

Granstedt, A., and Lars K. (1997): Long-term field experiment in

Sweden: Effects of organic and inorganic fertilizers on soil fertility and crop quality. p. 79-90. In: William Lockeretz (ed.) Agricultural Production and Nutrition. Tufts University School of Nutrition Science and Policy, Held March 19-21, Boston, MA.

Groh, T. and McFadden, S. (1997): Farms of Tomorrow Revisited: Community Supported Farms, Farm Supported Communities. Biodynamic Farming and Gardening Association, Kimberton, PA.

Haggag, W, M. and Saber, M.S.M. (2000): Evaluation of three composts as multi-strain carriers for biocontrol and biofertilizer agents against fusarium wilt disease of some legume plants. Arab J. Biotechnology, 3(2): 133-144

Haggag, W.M. and Saber, M.S.M. (2001): Use of compost formulations fortified with plant promoting rhizobacteria to control root rot disease in some vegetables grown in plastic-houses. Arab. J. Biotechnology. 4(1): 83-69

Hekstra, G.P. (1995): Delayed effects of pollutants in soil and sediments: understanding and handling of chemical time bombs in Europe. Ecoscript , 56 . Foundation of Ecodevelopment, Amsterdam.

Higa, T. and Parr, J.F. (1994): Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan

Koenigsberg, S.S. and Ward, C.H. (ED) (2000): Accelarated Bioremediation of Chloronated Compounds in

Groundwater. Regenesis Bioremediation Products

Koenigsberg, S.S. and · Norris,R.D. (1999): Accelerated Bioremediation Using Slow Release Compounds. Regenesis Bioremediation Products

Koepf, H., H. (1993): Research in Biodynamic Agriculture: Methods and Results. Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, Kimberton, PA.

Koepf, H.H. (1980): Compost - What It Is, How It Is Made, What It Does. Biodynamic Farming and Gardening Association, Inc., Kimberton, PA.

Koepf, H. H., Pettersson, B.D. and Wolfgang S. (1976) : Biodynamic Agriculture: An Introduction. Anthroposophic Press, Hudson, New York.

Koepf, H. H. (1989): The Biodynamic Farm: Agriculture in the Service of the Earth and Humanity. Anthroposophic Press, Hudson, New York.

Koepf, H.H. (1981): The Principles and Practice of Biodynamic Agriculture. In: B. Stonehouse (ed.) Biological Husbandry: A Scientific Approach to Organic Farming p. 237? 250. Butterworths, London.

Lorand, A. C. (1996): Biodynamic Agriculture - A Paradigmatic Analysis. The Pennsylvania State University, Department of Agricultural and Extension Eduation. PhD Dissertation.

Lovel, H. (1994) : A Biodynamic Farm for Growing Wholesome Food. Acres, USA, Kansas City, MO.

Martin, A. (ED.) (1987): Microbial Technologies to Overcome

Environmental Problems of Persistent Pollutants. United Nation Environment Programme, Nairobi

Pettersson, B.D. (1978): A comparison between conventional and biodynamic farming systems as indicated by yields and quality. Nordisk Forskningsring Meddelande no 28.

Pfeiffer, E. (1984): Using the biodynamic compost preparations & sprays in garden, orchard & farm. Bio-dynamic Farming and Gardening Association, Inc. Kimberton PA.

Pfeiffer, E. (1981): Weeds and What They Tell. Bio-Dynamic Literature, Wyoming, RI.

Pfeiffer, E. (1983): Bio-Dynamic Gardening and Farming. [collected articles, ca. 1940 - 1961] Volume 1. Mercury Press, Spring Valley, New York.

Pfeiffer, E. (1983): Bio-Dynamic Gardening and Farming. [collected articles, ca. 1940 - 1961] Volume 2. Mercury Press, Spring Valley, New York.

Pfeiffer, E. (1984): Bio-Dynamic Gardening and Farming. [collected articles, ca. 1940 - 1961] Volume 3. Mercury Press, Spring Valley, New York.

Pfeiffer, E. (1983): Soil Fertility: Renewal and Preservation. Lanthorn, East Grinstead, Sussex, England.

Pieters, A. J. (1938): Soil-Depleting, Soil-Conserving, and Soil-Building Crops. USDA Leaflet No. 165.

Podolinsky, A. (1985): Bio-Dynamic Agriculture Introductory Lectures, Volume I. Gavemer Publishing, Sydney, Australia.

Podolinsky, A. (1989): Bio-Dynamic Agriculture Introductory Lectures, Volume II. Gavemer Publishing, Sydney, Australia.

Rechcigl, J.E., ED (1995): Soil Amendments and Environmental Quality. Agriculture and Environment Series. Levic Publications NY, London, Tokyo, BacoRaton.

Remer, N. (1996): Organic Manure: Its Treatment According to Indications by Rudolf Steiner. Mercury Press, Chestnut Ridge, NY.

Remer, N. (1995): Laws of Life in Agriculture. Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, Kimberton, PA.

Saber, M.S.M (2001): Clean Biotechnology for sustainable Farming. Chemical Engineering & Technology - Engineering in Life Science, 1(6): 217-223.

Saber M.S.M. (2000): Clean biotechnology in agriculture practices. 11th International Biotechnology Symposium and Exhibition, Berlin, Germany

Saber M.S.M. (1999): Microbial biofortification of plant rhizosphere for the sake of more and better food. IX International Congress of Bacteriology & Applied Microbiology. Sydney, Australia (16 -2August), 101

Saber, M.S.M (1998): Prospective of sustainable farming through microbial biofortification of plant rhizosphere. 8th Inter. Symp. on Microbial Ecology, Halifax, Canada

Saber, M.S.M. (1997):Selected agricultural biotechnology's for sustainable farming. Expert Group Meeting on

Assessment and Promotion of Research and Development in the ESCWA Countries. United Nation Economic and Social Council, Beirut, Lebanon.

Saber M.S.M. (1996): Biofortified farming systems for sustainable agriculture and improved environment. 3rd International Symposium on Global Environmental Biotechnology approaching the year 2000, Northeastern University, Boston, Massachusetts, USA

Saber, M.S.M (1994): Bio-organic Farming Systems for Sustainable Agriculture Organization of Islamic Conference. Standing Committee on Scientific and Technological Co-Operation.

Sattler, F. and Wistinghausen, E. (1992): Bio-Dynamic Farming Practice. Bio-Dynamic Agricultural Association, Stourbridge, England.

Sattler, F. and Wistinghausen, E. (1989):Biodynamic Farming Practice [English translation, 1992]. Bio-Dynamic Agricultural Association, Stourbridge, West Midlands, England.

Schilthuis, W. (1994): Biodynamic Agriculture: Rudulf Steiner's Ideas in Practice. Anthroposophic Press, Hudson, NY.

Schmidt, H. and Haccius, M. (1998) EU Regulations "Organic Farming" GTZ , Germany.

Schulz, D.G., K. Koch, K.H. Kromer, and Kopke, U. (1997)

Quality comparison of mineral, organic and biodynamic cultivation of potatoes: contents, strength criteria, sensory investigations, and picture-creating methods. p. 115-120.

In: William Lockeretz (ed.) Agricultural Production and Nutrition. Tufts University School of Nutrition Science and Policy, Held March 19-21, Boston, MA.

Schulz, D.G., and Kopke. U. (1997): The quality index: A holistic approach to describe the quality of food. p. 47-52.

In: William Lockeretz (ed.) Agricultural Production and Nutrition. Tufts University School of Nutrition Science and Policy, Held March 19-21, Boston, MA.

Steiner, R. (1993): Spiritual Foundations for the Renewal of Agriculture: A Course of Lectures. Bio-Dynamic Farming and Gardening Association, Kimberton, PA.

Storl, W. D. (1979): Culture and Horticulture: A Philosophy of Gardening. Bio-Dynamic Literature, Wyoming, RI.

Straker, H, (1988): The dance of the stars from the viewpoint of the earth. Star and Furrow, 71:1-10

Thompkins, P. and Bird, C. (1989): The Secrets of the Soil. Harper & Row, New York, NY.

Young, T. and Burton, M.P. (1992): Agriculture sustainability: Definition and implications for agricultural and trade policy. FAO Economic and Social Development Paper 110. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome

Yudelman, M., Ratta, A. and Nygaard, D (1998): Pest Management and Food Production - Looking to the Future

International Food Policy Research Institute

مواقع هامة على شبكة الإنترنت

http://www.ams.usda.gov/nop/
http://www.biodynamics.com/
http://igg.com/bdnow/jpi/
http://www.pfeiffercenter.org/
http://www.demeter@baldcom.net
http://www.steinercollege.org/anthrop/mfai.html
http://www.igg.com/bdnow/
http://csf.colorado.edu/biodynamics/
http://www.biodynamics.com/discussion/
http://www.angelic-organics.com/intern/biodynamics.html
http://www.twelvestar.com/Earthlight/issue06/Biodynamics.html
http://www.biodynamics.com
http://igg.com/bdnow/jpi/
http://www.biodynamics.com/bd/steinerbioPAM.htm
http://www.steinercollege.org/anthrop/mfai.html
http://www.steinercollege.org/anthrop/mfbull1.html
http://www.steinercollege.org/anthrop/mfbull2.html
http://www.steinercollege.org/anthrop/mfbull2.html
http://sacred-soil.com/frlobdpreps.htm
http://www.wye.ac.uk/agriculture/sarg/postesa1.html
http://www.wye.ac.uk/agriculture/sarg/oral96.html
http://www.jdb.se/sbfi/indexeng.html
http://www.jdb.se/sbfi/publ/boston/boston7.html
http://www.woodsend.org/
http://www.sarep.ucdavis.edu/SAREP/NEWSLTR /v6n2/sa-13.htm

http://www.biodynamics.com/bd/subtle.html
http://www.agsyn.com/
http://www.elib.com/Steiner/
http://www.biodynamic.net/
http://www.biodynamics.com/
http://igg.com/bdnow/jpi/
http://www.igg.com/bdnow/
http://www.biodynamics.org/
http://www.steinercollege.org/
http://www.bestbeta.com/biodynamic.htm/
http://www.bestbeta.com/steiner.htm
http://www.biodynamics.com/
http://www.steinercollege.org/bstore/index.html
http://www.woodsend.org/
www.ofrf.org/
www.organic-europe.net/
www.rain.org/~sals/my.html
europa.eu.int/comm/agriculture/qual/organic/index_en.htm
www.nofavt.org/
www.organic-research.com/
www.ibiblio.org/farming-connection/links/organic.htm
www.organicgardening.com/
www.attra.org/organic.html
www.purefood.org/
www.organic.com/
www.organic.org/
dir.yahoo.com/Science/Agriculture/Organic_Farming
www.ers.usda.gov/briefing/Organic
www.nofamass.org/
www.fiftythings.com/organic.farming.html

www.organicconsumers.org/organlink.htm
www.ofrf.org/general/about_organic
www.nofa.org/
www.pakissan.com/english/advisory/organic.farming/index.shtml
www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/magazine/9901sp3.htm
www.cog.ca/
www.mindspring.com/~smd/agorg.htm
www.naturalselectionfoods.com/organic.html
www.hdra.org.uk/
www.floridaplants.com/organic.htm
www.ncsu.edu/organic_farming_systems - 1
europa.eu.int/comm/agriculture/envir/re
port/en/organ_en/report_en.htm
fwww.organicvalley.com/
bubl.ac.uk/link/o/organicfarming.htm
www.defra.gov.uk/farm/organic
www.dovesfarm-organic.co.uk/
en.wikipedia.org/wiki/Organic_farming
www.beltie.org/organic.htm
www.nal.usda.gov/afsic/ofp
www.uni-hohenheim.de/~i410a/ofeurope
www.ccof.org/ - 8kwww.wikipedia.org/wiki/Organic_farming
www.kids.organics.org/
www.journeytoforever.org/garden.html
www.ctnofa.org/
www.landheritage.org.uk/organic-farming.htm
www.soilassociation.org/
www.maf.govt.nz/mafnet/rural-nz/sustainable-resource-use/organic-pr
oduction/o rganic-farming-in-nz/httoc.htm -
www.euractiv.com/cgi-bin/cgint.exe/84808-809?714&1015=9&1014

=ld_orgafarm
ecoweb.dk/english - 46k
www.mindspring.com/users/seeker/organic.ht
www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99992351
www.defra.gov.uk/erdp/schemes/ofs
www.pmac.net/new_organic.html
www.ocia.org/
www.webdirectory.com/Science/Agriculture/Organic_Farming
www.diamondorganic.com/organicfarming.html
www.ams.usda.gov/nop
www.greennature.com/article1336.html
www.agric.nsw.gov.au/reader/4859
www.amazon.com/exec/obidos/search-handle-url/index=books&field-keywords=Organ ic%20farming
www.shenandoahvineyards.com/organicfarming.ht ...
www.organic-europe.net/europe_eu
www.irs.aber.ac.uk/research/organic.shtml
www.earthboundfarm.com/organic_101.htm
www.khandigeherbs.com/organic-farming.html
www.organic.aber.ac.uk/library/orgfa4.pdf
www.samd.com.au/organic_farming.html
www.nantwich.plus.com/agric/organic
www.amazon.com/exec/obidos/external-search?mode=books&keyword=Organic+Farming &tag=aatraxinterns
www.gks.com/library/transition.html ...
www.organic-europe.net/europe_eu
www.irs.aber.ac.uk/research/organic.shtml -
www.earthboundfarm.com/organic_101.html
www.khandigeherbs.com/organic-farming.html
www.organic.aber.ac.uk/library/orgfa4.pdf

www.samd.com.au/organic_farming.htm
www.nantwich.plus.com/agric/organic
www.amazon.com/exec/obidos/external-search?mode=books&keywor
d=Organic+Farming &tag=aatraxinterns
www.gks.com/library/transition.html
www.organic-europe.net/europe_eu
www.irs.aber.ac.uk/research/organic.shtml
www.earthboundfarm.com/organic
www.khandigeherbs.com/organic-farming.html
www.organic.aber.ac.uk/library/orgfa
www.samd.com.au/organic_farming.html
www.nantwich.plus.com/agric/organic
www.amazon.com/exec/obidos/external-search?mode=books&keywor
d=Organic+Farming &tag=aatraxinterns
www.gks.com/library/transition.html
www.micro-plus.com/313.0.html
www.certifiedorganic.bc.ca/rcbtoa/training/marketing.html
www.kucinich.us/issues/organic_farming.php
www.organic.org/1/backgrounder.html - 11k - Cached
www.guardian.co.uk/food/Story/0%2C2763%2C765545%2C00.html
www.gmissues.org/organic%20report.htm
www.pmac.net/xroad.htm
www.salon.com/tech/feature/2002/07/29/organic/print.html
www.nal.usda.gov/afsic
www.tricountyfarm.org/oregon_organic.asp
www.geocities.com/csd
www.ecobusinesslinks.com/organic_farming.htm
www.guardian.co.uk/theissues/article/0%2C6512%2C765544%2C00.htm
www.irishorganic.ie/
organicfarming.ca/

www.fawc.co.uk/reports/dairycow/dcowr009.htm
www.usaor.net/users/troybogdan/public_html
news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_2017000/2017094.stm
www.organicstorm.com/
www.tricountyfarm.org/oregon_organic.asp
www.geocities.com/csd
www.ecobusinesslinks.com/organic_farming.htm
www.guardian.co.uk/theissues/article/0%2C6512%2C765544%2C00.htm
www.irishorganic.ie/
organicfarming.ca/
www.fawc.co.uk/reports/dairycow/dcowr009.htm
www.usaor.net/users/troybogdan/public_html
news.bbc.co.uk/hi/english/sci/tech/newsid_2017000/2017094.stm
www.organicstorm.com/
www.certifiedorganic.bc.ca/rcbtoa/services/aquaculture.html
www.ewindows.eu.org/Agriculture/organic
www.indianorganic.com/
www.amazon.co.uk/exec/obidos/tg/browse/-/570580
www.iol.uni-bonn.de/index2_e.htm
www.agview.com/agview/a_index1.cfm?index=Organic+Farming
www.organicsnewzealand.org.nz/
www.caf.wvu.edu/plsc/organic
www.vegansociety.com/html/animals/exploitation/dairy_farming.php
www.wwoof.org/
www.sopa.org.uk/orgfarm.php
www.ima.kth.se/im/envsite/orggard.htm
www.ofa.org.au/
www.reason.com/rb/rb060502.shtml
www.ag.ndsu.nodak.edu/organic
www.cityfarmer.org/pakistanOrgFarming.html

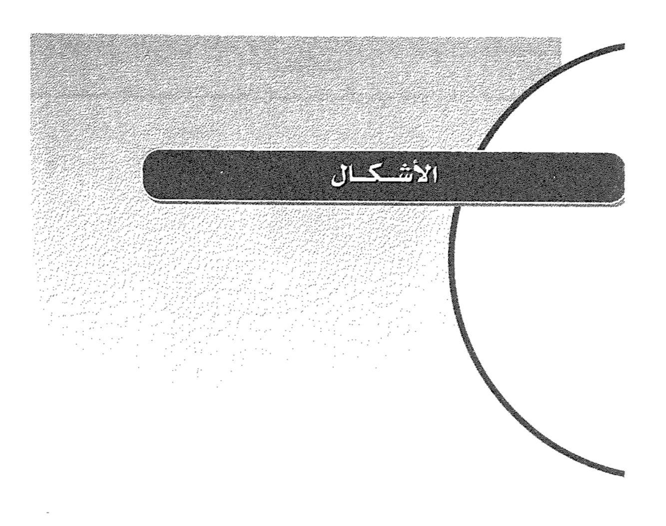
www.epa.gov/agriculture/torg.html
http://www.organic.aber.ac.uk/statistics/index.shtml
www.organic.aber.ac.uk/stats.shtml
www.users.waitrose.com/~organick/organic.htm
www.indianorganic.com/organic_farming/organicmain.htm
www.grolink.se/epopa/OF.htm
www.sarep.ucdavis.edu/Organic
www.sdearthtimes.com/ET_Link_Pages/ET_LI_OrgFood.html - 9k
www.ifoam.org/
www.agr.gov.sk.ca/Organics.asp?firstPick=Organics
www.boku.ac.at/oekoland/English.htm
www.ibiblio.org/london/agriculture/general/1/msg00021.html
www.nofany.org/
www.fvm.dk/oko_uk/high_final_okouk.asp?page_id=222
www.braincourse.com/organica.html
www.ifoam.org/links
www.pershore.ac.uk/sh_organic.html
eap.mcgill.ca/publications/eap104a.htm
news.bbc.co.uk/1/hi/programmes/politics_show/3112750.stm
www.sac.ac.uk/cropsci/external/organic
www.intracen.org/mds/sectors/organic/certify.pdf
home.earthlink.net/~thomascarey/Organic.html
www2.dmci.net/~kingcm/kingfamily/02-organicfarming.html
supak.com/organic_gardening/organic.htm
www.agr.gov.sk.ca/docs/organics/organic_agriculture/organicFAQs.as
www.ny.nofaic.org/
www.hawaiiorganicfarmers.org/
eap.mcgill.ca/MagRack/AJAA/AJAA_2.htm
www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/organic/transition.htm
www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/VCU_4_99.pdf

www.soyinfo.com/
www.ncorganics.com/
www.newfarm.org/columns/Martens/june%202003/index.shtml
www.agric.nsw.gov.au/reader/organic
www.wwoof.co.nz/
www.caa.org.au/AWARE/1995/june-1995.html
www.mofga.org/
www.sggw.waw.pl/jednostki/wydzialy/zcz/human_aspects_2003.htm
www.legaltext.ee/text/en/X50055K1.htm
www.monsanto.co.uk/news/2001/january2001/240101uk.html
www.amazon.co.uk/exec/obidos/ASIN/0632039299
www.mhr-viandes.com/en/docu/docu/d0000153.htm
www.nofanj.org/
www.ams.usda.gov/nop/indexNet.htm
www.organic-research.com/LawsRegs/legislation.asp
www.sarep.ucdavis.edu/pubs/Costs.htm
www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/cm199900/cmhansrd/cm000316/debt ext/00316-03.htm
www.teagasc.ie/advisory/organicfarming.htm
www.crescentmeadow.com/perma/biblio/organic_farming.html
www.growingcircle.com/producers.html
www.hsus.org/ace/11527
www.ciks.org/orgcentre.html
www.essential.org/monitor/hyper/issues/1994/11/mm1194_06.html
www.ers.usda.gov/whatsnew/issues/organic
www.myocum.com/herbs/organic%20farms.html - 3
www.encyclopedia.com/articles/09633.html
www.factmonster.com/ce6/sci/A0836839.html
www.cafedirect.co.uk/growers/organic.php
www.orgprints.org/

www.sciencedaily.com/encyclopedia/organic_farming
www.alotoforganics.co.uk/cats/farms.php
www.cnr.berkeley.edu/~christos/articles/cv_organic_farming.html
www.rirdc.gov.au/programs/org.html
www.ocf.berkeley.edu/~lhom/organictext.html
www.iol.ie/~harkin/pap2001-organic.htm
www.organic-food.ws/organic-farming
www.ncsu.edu/organic_farming_systems/related_links.htm
www.bismarcktribune.com/articles/2004/01/26/news/local/nws02.txt
www.gene.ch/gentech/1998/May-Jul/msg00138.html
www.neemfoundation.org/farming.htm
www.kids.organics.org/Factsite/orgfarm.htm
www.mda.state.mn.us/mgo/farming/organic_farming.htm
www.irs.aber.ac.uk/research/organics/define.html
www.sac.ac.uk/info/External/Publications/Organic.asp
www.nationmaster.com/encyclopedia/Organic-farming
www.usatoday.com/tech/news/2003-10-10-organic-study-dispute_x.htm
www.fao.org/DOCREP/003/X6089E/X6089E00.HTM
www.africanorganics.org/
www.organicts.com/
www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/crops/a1181w.htm
www.7springsfarm.com/catalog.html
www.thehindubusinessline.com/nic/organic
www.divapra.unito.it/en/education/human.htm
www.cosmicvolunteers.org/ecuador_organicfarm.html
www.planorganic.com/
www.perleas.gr/organicfarming.htm
www.organicfarmers.uk.com/
www.mgo.umn.edu/farming/Organic%20Farming.htm
www.india-peoplefirst.org/OrganicFarming.html

www.organic-growers.com/Organic_Presentation.htm
www.naturalselectionfoods.com/organic_mexico.html
www.greenbooks.co.uk/organic.htm
www.bfa.com.au/
www.eeb.org/publication/study-organic-farming-503.pdf
www.wiz.uni-kassel.de/tropentag/proceedings/2002/html/node8.html -
www.organicpsychology.com/
www.aboutorganics.co.uk/organic_information/organic_farming.htm
www.nofari.org/
beaskund.helloyou.ws/kullu/agriculture/a1007h.html
www.sussex.ac.uk/Units/gec/pubs/briefing/brief-17.htm
www.bfn.de/09/adelaide.pdf
www.aber.ac.uk/modules/2002/RS20210.html
www.dovesfarm-organic.co.uk/about-organic-farming.htm
www.hobbyfarmer.com/farming.htm
bworld.com.ph/weekender/agribusiness/agribusiness1.html
www.minlnv.nl/international/policy/plant/organic
www.aaenvironment.com/organic.htm
llewellyn.screaming.net/Organic/Organic.htm
www.duchyoriginals.com/organic_farming.asp
www.i-sis.org.uk/OrganicAgriculture.php
pnw-ag.wsu.edu/AgHorizons/notes/sr2no3.html
www.anarac.com/organic_farming.htm
www.saddleworth.oldham.sch.uk/talent/organic_statements.pdf
www.earthboundfarm.com/kids
www.morarkango.com/organic_farming.html
www.mustanggirls.net/agorg.htm
www.touchwoodbooks.co.nz/torgfarming.html
www.organicmattersmag.com/features/organic_farming_at_mellow.htm
www.bioneers.org/track_pages/10organic_fg.html

www.saskschools.ca/~kennedy/organic.html
www.news.farmca.com/janfeb2000/organic_farming.html
www.agriculture.about.com/cs/organicandherbal1
www.ricecrc.org/reader/organic
www.organicfarming.com.au/
www.uni-hohenheim.de/~i410a/ofeurope/haupt.htm -
www.dnr.qld.gov.au/resourcenet/education/modules/junior_secondary
/sustainable _agriculture/organic_farming.html
www.boergoat.ca/links/organicfarmingandproducts.html
www.csmonitor.com/2002/0705/p02s02-ussc.html.



الأشكال

شكل رقم (٣)

زيادة حجم جذور النباتات بفعل المخصبات الأحيائية



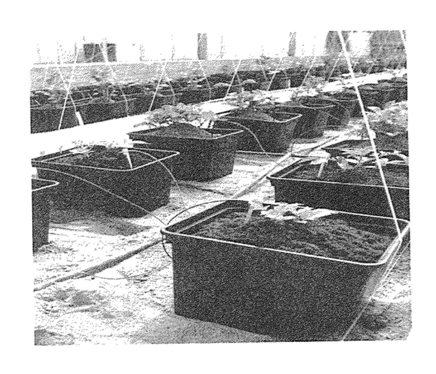
شكل رقم (٤)

زراعات حقلية تحت نظم الزراعة النظيفة



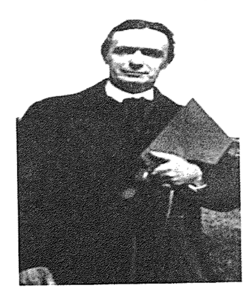
شكل رقم (٥)

زراعات نظيفة تحت نظم الزراعة المحمية



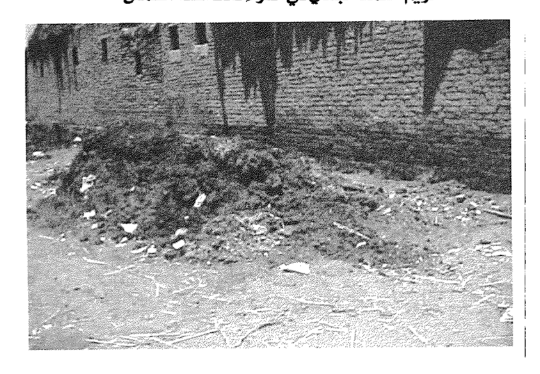
شكل رقم (٦)

رودلـف شـتايـنـر



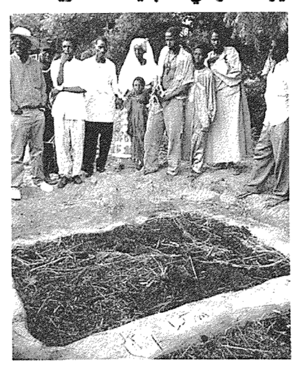
شكل رقم (٧)

تكويم السماد البلدي في العراء تحت أشعة الشمس



شكل رقم (٨)

التكمير اللاهوائي للمتبقيات العضوية



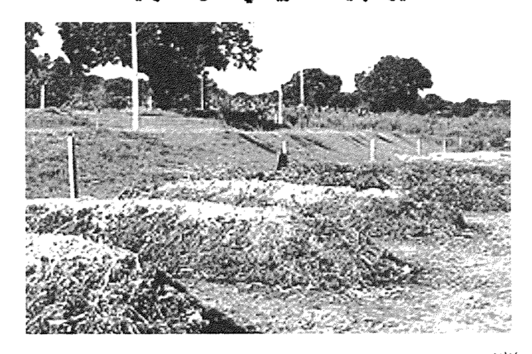
شكل رقم (٩)

مرافق تكمير المتبقيات العضوية



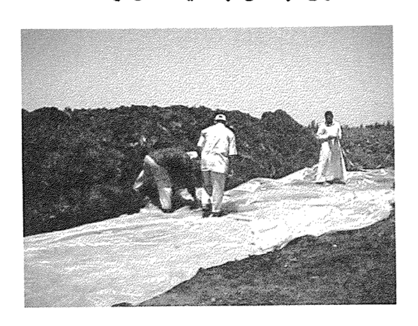
شكل رقم (١٠)

تكمير المتبقيات العضوية في مصفوفات هوائية



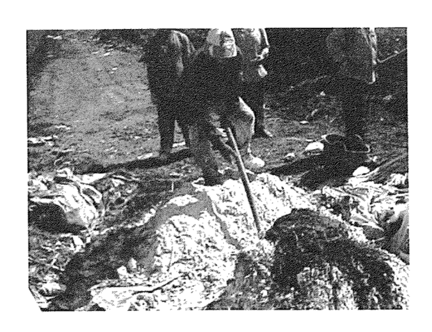
شكل رقم (١١)

فرش طبقة من البلاستيك أسفل كومة السماد



شكل رقم (١٢)

إعداد المخلوط الكيماوي



شكل رقم (١٣)

اكتمال بناء الطبقة الأولى من المكمور



شكل رقم (١٤)

ترطيب كومة سماد المكمورة بالمياه



شكل رقم (١٥)

اكتمال بناء كومة السماد العضوي الصناعى



شكل رقم (١٦)

ديدان الأرض التي تقوم بعملية تكمير المتبقيات العضوية



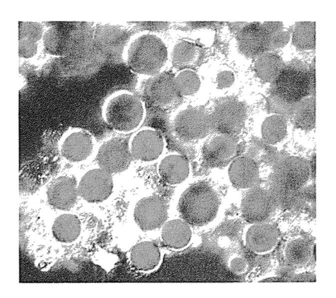
شكل رقم (١٧)

طائفة الطحالب الخضراء



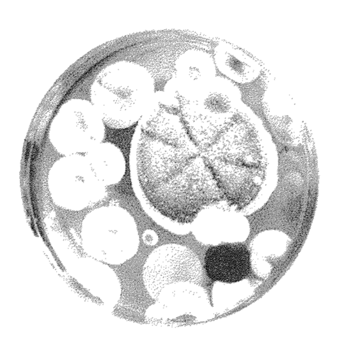
شكل رقم (١٨)

طائفة الطحالب البنية



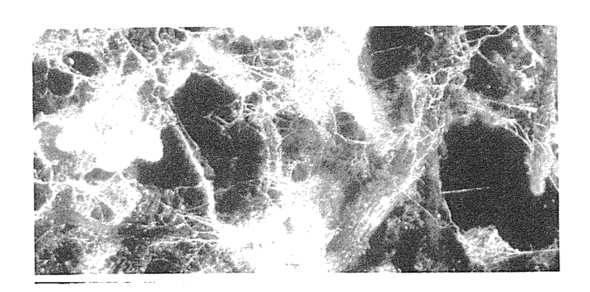
شكل رقم (١٩)

تنـوع عشـائر الفطـريات في التـربـة



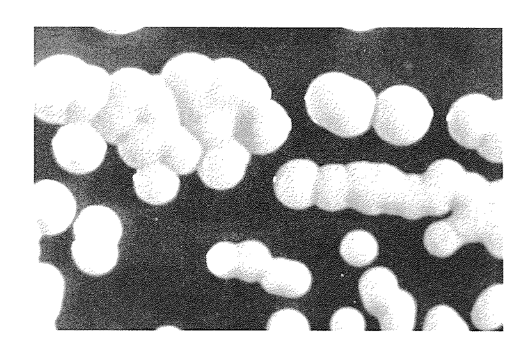
شكل رقم (٢٠)

الميكـروهـيزا



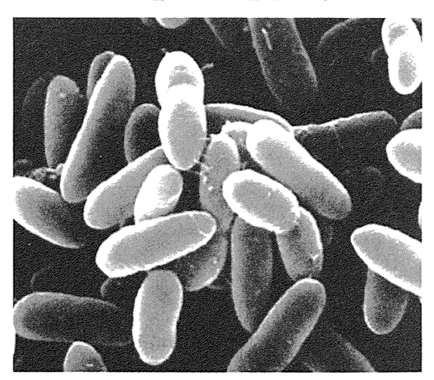
شكل رقم (٢١)

البكتيريا الكروي



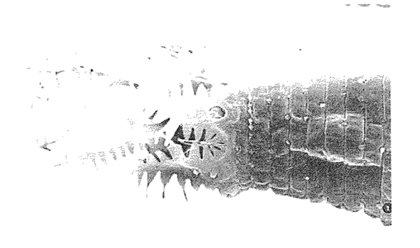
شكل رقم (٢٢)

البكتيريا العصوية



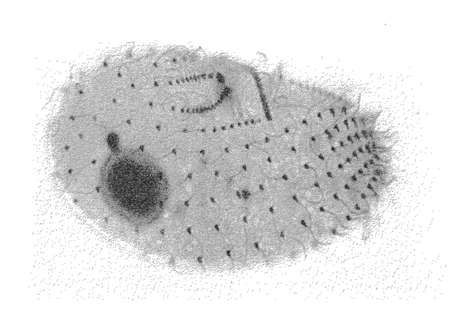
شكل رقم (٢٣)

ديدان النيماتودا تحت المجهر الإلكترونى



شكل رقم (٢٤)

البـروتـوزوا ذات الأهـداب



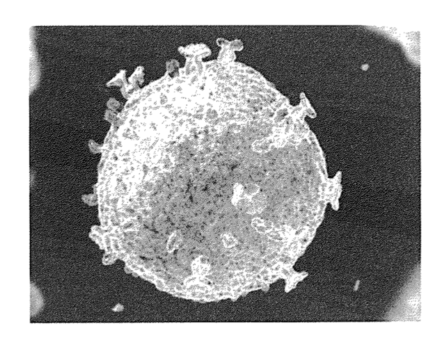
شكل رقم (٢٥)

الديدان الأرضية



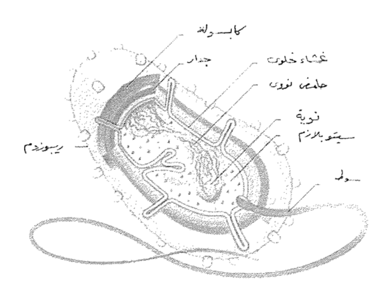
شكل رقم (٢٦)

الفيروسات تحت المجهر الإلكترونى



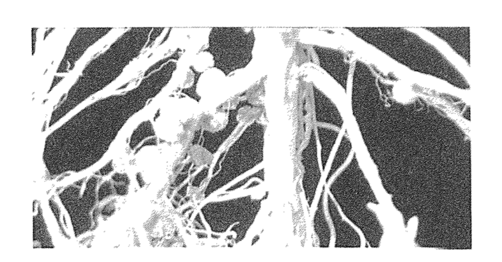
شكل رقم (٢٧)

التركيب التشريحى لخلية بكتيرية



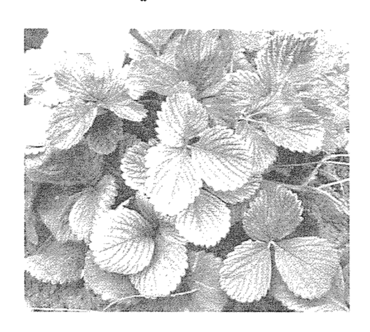
شكل رقم (٢٨)

عقد جذرية على جذور نبات بقولى



شكل رقم (٢٩)

أعراض نقص عنصر الحديد في نباتات الفراولة



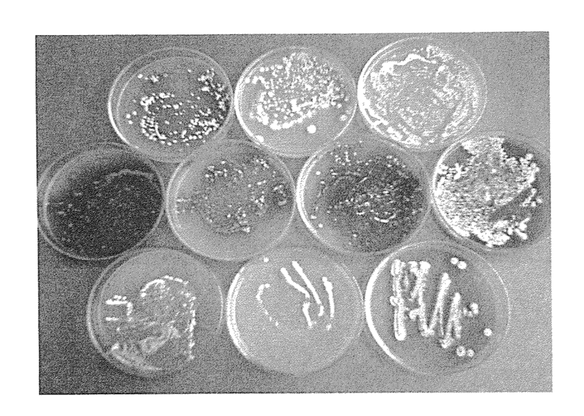
شكل رقم (٣٠)

أعراض نقص عنصر الزنك في نباتات الذرة الشامية



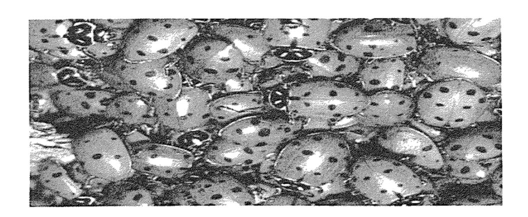
شكل رقم (٣١)

سلالات نقية من كائنات حية دقيقة مخصبة للتربة



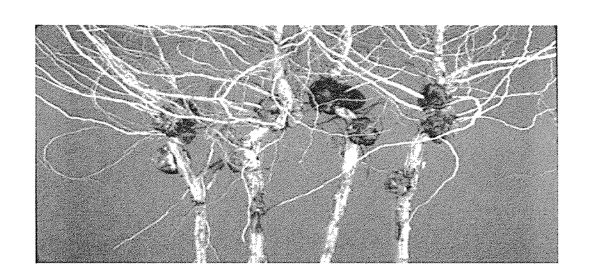
شكل رقم (٣٢)

حشرة أبو العيد التي تستخدم في مكافحة حشرة المن



شكل رقم (٣٣)

جذور مصابة بالنيماتودا يمكن علاجها ببكتيريا باسيلس



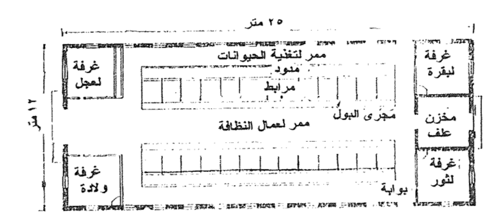
شكل رقم (٣٤)

مكافحة الحلم ببعض أنواع الفطريات



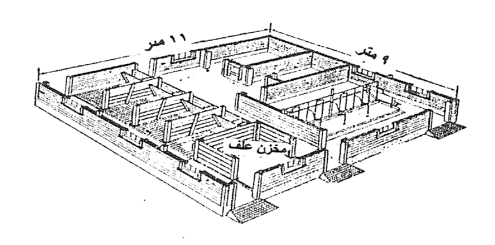
شكل رقم (٣٥)

نموذج إسطبل ذو مرابط لإيواء الماشية الحلابة

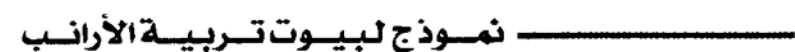


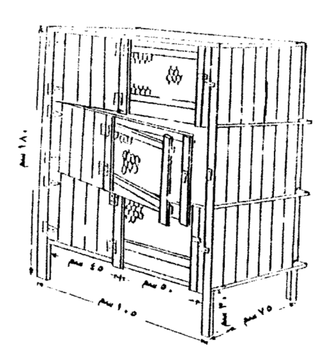
شكل رقم (٣٦)

نموذج إسطبل عام لإيواء قطعان متباينة من الحيوانات



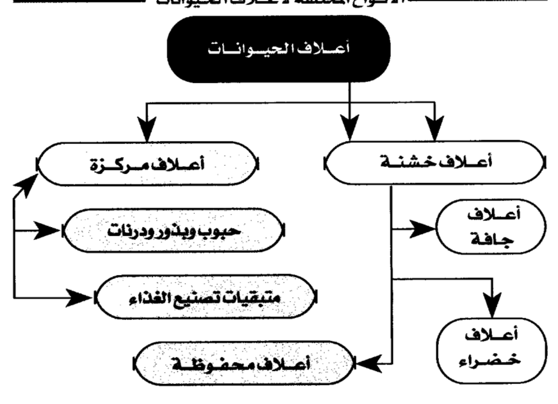
شكل رقم (٣٧) :





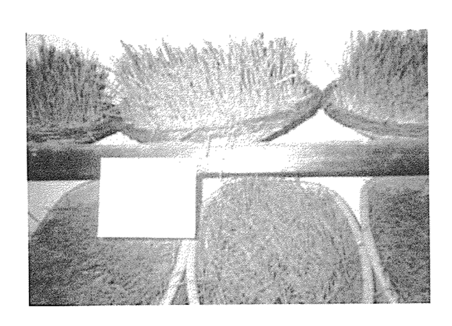
شكل رقم (٣٨)

الأنواع المختلفة لأعلاف الحيوانات



شكل رقم (٣٩)

أطباق علف الحيوانات من قش الأرز



شكل رقم (٤٠)

أطباق علف الحيوانات من بيئة تبن الفول



شكل رقم (٤١)

فرم نباتات العلف الأخضر قبل سيلجتها



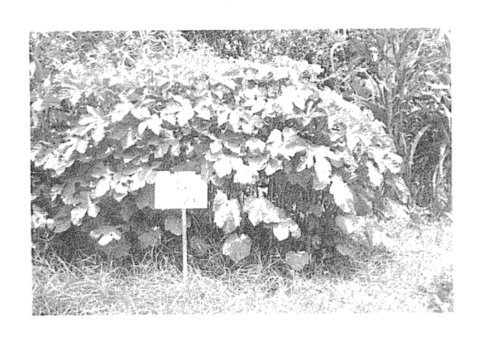
شكل رقم (٤١)

كـومة الـسـيلاج بعـد النـضـج



شكل رقم (٤٢)

زراعة البامية تحت نظم الزراعة النظيفة



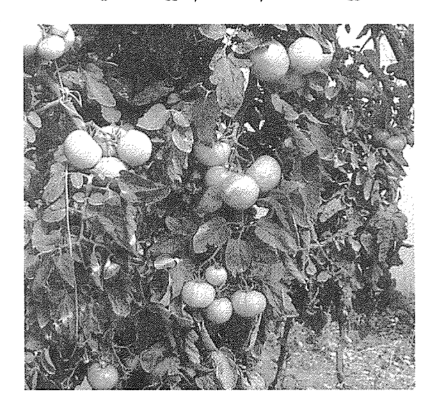
شكل رقم (٤٣)

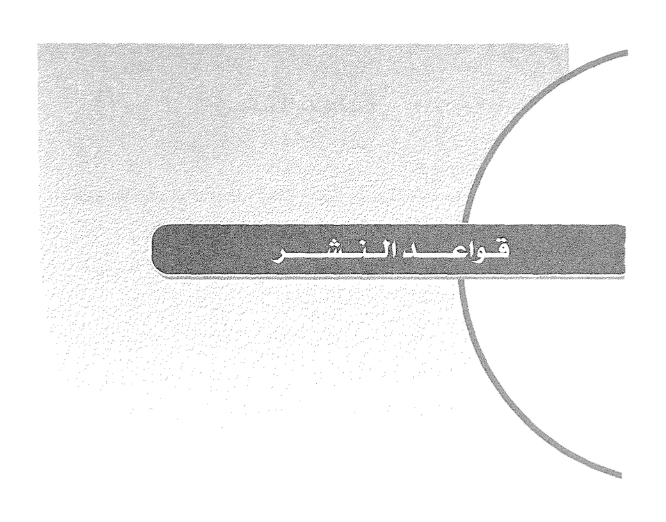
زراعة الذرة الشامية تحت نظم الزراعة النظيفة



شكل رقم (٤٤)

زراعة الطماطم تحت نظم الزراعة النظيفة




قواعد النشر



قواعد النشر

ترحب سلسلة عالم البيئة باقتراحات التأليف أو الترجمة في المجالات المحددة أدناه وفقاً للشروط التالية :

١ - تكون الأولوية للقضايا الملحة بالمنطقة العربية، والأفكار القابلة للتطبيق.

٢ - أن يكون الحجم في حدود ٢٠٠ - ٣٠٠ صفحة من القطع المتوسط.

٣ - أن لا يكون قد تم نشر الكتاب كاملاً أو في أجزاء من قبل.

٤ - أن لا يكون هناك نسخ لنصوص من كتاب أو بحث آخر باستثناء ما يشار إليه كإقتباس مع تسجيل كل المراجع التي استخدمت في التأليف.

٥ - في حالة الترجمة يُشار إلى صفحات الكتاب الأصلي، المقابلة للنص المترجم، وترفق نسخة باللغة الأصلية للكتاب المُترجم وموافقة المؤلف.

٦ - الهيئة الإستشارية غير ملزمة بقبول كل الاقتراحات التي تقدم لها.

٧ - يكون نشر الكتاب المقترح حسب الأولويات التي تحددها الهيئة الاستشارية وهيئة التحرير.

٨ - لاتُرد المسودات والكتب الأجنبية في حالة الإعتذار عن نشرها.

٩ - أن ترسل أولاً مذكرة بالفكرة العامة للكتاب وموضوعاته وأهميته على الإستمارة المرفقة لإقتراح كتاب للنشر مصحوبة بالسيرة الذاتية للمؤلف.

١٠ - يرسل الكتاب إلى محكمين متخصصين في موضوعه لإبداء الرأي حول صلاحيته للنشر.

١١ - في حالة إجازته من المحكمين والموافقة عليه من هيئة التحرير، يستحق المؤلف مبلغ ١٥,٠٠٠ درهم إماراتي، أو ما يعادلها يتم تحويلها للمؤلف بعد إكمال كل التعديلات المطلوبة، وتقديم نسخة مطبوعة على الورق، وأخرى على قرص مدمج CD، مستخدماً نظام الماكنتوش Macintosh .

١٢ - في حالة قبول الترجمة والتعاقد يستحق المترجم مبلغ ١٠,٠٠٠ درهم إماراتي أو ما يعادلها، يتم تحويلها بعد إكمال كل التعديلات المطلوبة وتقديم نسخة مطبوعة على الورق، وأخرى على قرص مدمج CD، مستخدماً نظام الماكنتوش Macintosh .

١٣ - المترجم مسؤول عن حق الملكية الفكرية بالنسبة للمؤلف.

١٤ - مؤسسة جائزة زايد الدولية للبيئة غير مسؤولة عن محتويات الكتاب والفكرة المنشورة تعبر عن رأي الكاتب.

١٥ - لايحق للمؤلف أو المترجم إعادة الطبع،إلا بموافقة خطية من «جائزة زايد الدولية للبيئة»، التي تحتفظ بحقوق النشر.

مجالات السلسلة:

تدور مجالات السلسلة في فلك الإطار الشامل، لصون البيئة والموارد الطبيعية، وفقاً لأسس التنمية المستدامة التي تحقق التوازن بين التنمية الاقتصادية والتنمية الاجتماعية، وحماية البيئة، وتشمل المجالات الآتية:

١ - التنمية المستدامة وما يتعلق بتحقيقها من آليات اقتصادية واجتماعية وبيئية.

٢ - إدارة النظم الايكولوجية.

٣ - المياه العذبة .

٤ - صون التنوع الحيوي وحماية الحياة الفطرية وتنميتها.

٥ - البيئة البحرية والإدارة البيئية المتكاملة للمناطق الساحلية.

٦ - التنمية المستدامة للمناطق الزراعية ومناطق الرحل.

٧ - مكافحة التلوث.

٨ - التقنيات السليمة بيئياً وإدخالها في عمليات الإنتاج وإدارة الموارد.

٩ - صحة البيئة.

١٠ - نشر وتعزيز الوعي البيئي والمشاركة الشعبية.

١١ - التربية البيئية، والإعلام البيئي.

١٢ - التشريع البيئي وآليات تطبيق القوانين واللوائح.

١٣ - تعزيز دور المرأة والبيئة والتنمية.

١٤ - الأمن البيئي .



استمارة «اقتراح كتاب للنشر»

تهدي «جائزة زايد الدولية للبيئة تحياتها لكل العلماء والخبراء والباحثين العرب في مجالات البيئة والتنمية المختلفة وتدعوهم للمشاركة في هذه السلسلة بالتأليف والترجمة مساهمة منهم في توجيه التنمية في بلادنا العربية نحو الإستدامة وحفظ حقوق الأجيال القادمة في بيئة سليمة معافاة.

ولمن يرغب في المشاركة، الرجاء الإطلاع على قواعد النشر أعلاه، وملأ الاستمارة أدناه، وإرسالها بالفاكس، أو البريد، أو البريد الإلكتروني إلى «هيئة تحرير *سلسلة عالم البيئة*»:

«مؤسسة جائزة زايد الدولية للبيئة»

رقم ٥٠٤ – برج العلي – شارع الشيخ زايد

ص.ب : ٢٨٣٩٩ دبـــي

الإمارات العربية المتحدة

هاتف : ٣٣٢٦٦٦٦ – ٠٤ (٩٧١+)

فاكس : ٣٣٢٦٧٧٧ – ٠٤ (٩٧١+)

بريد إلكتروني : zayedprz@emirates.net.ae

الاســم : ________________________

الدرجة العلمية : ________________________

الوظيفة : ________________________

العنوان : ________________________

____

الهاتف : ____________ الفاكس: ____________

البريد الإلكتروني : ________________________

عنوان الكتاب المقترح : ________________________

انظر خلفه



نبذة مختصرة عن أهمية الكتاب ومحتواه

✍ ____

____

____

____

____

____

____

____

____

____

إقـــرار

أقر أنا الموقع أدناه بأني قد اطلعت على قواعد النشر في سلسلة «عالم البيئة»، وأوافق على حفظ حقوق النشر وإعادة الطبع لمؤسسة «جائزة زايد الدولية للبيئة»، حسب الشروط الموضحة في آخر كل كتاب من السلسلة.

التوقيع : ________________

التاريخ : ________________

❖ الرجاء التكرم بإرفاق السيرة الذاتية للمؤلف ومختصر قائمة المحتويات..



قسيمة اشتراك في سلسلة «عالم البيئة»

الاسم : ____________________

المهنة : ____________________

العنوان البريدي : ____________________

____

الهاتف : __________ الفاكس : __________

البريد الإلكتروني: ____________________

____

اشتراك لمدة: ☐ سنة (٦٠ درهم) ☐ سنتين (١٠٠ درهم)

☐ نقداً ☐ مرفق شيك مصدق ☐ بطاقة إئتمان

نوع البطاقة : ☐ Visa . ☐ Master Card ☐ Am Express

رقم البطاقة : __________ المبلغ : __________

تاريخ انتهاء البطاقة : ____________________

التاريخ : __________ التوقيع : __________



قسيمة شراء سلسلة عالم البيئة

الاسم : ____________________

المهنة : ____________________

العنوان البريدي : ____________________

____

الهاتف : __________ الفاكس : __________

البريد الإلكتروني: ____________________

شراء عدد: ______ من الكتاب رقم: ______ (١٥ درهماً للنسخة)

☐ الرجاء إرسالها إلى العنوان أعلاه.

☐ الرجاء إرسالها كهدية إلى :

الاسم : ____________________

المهنة : ____________________

العنوان البريدي : ____________________

____

الهاتف : __________ الفاكس : __________

البريد الإلكتروني: ____________________

☐ نقداً ☐ مرفق شيك مصدق ☐ بطاقة إئتمان

نوع البطاقة : ☐ Visa ☐ Master Card ☐ Am Express

رقم البطاقة : __________ المبلغ : __________

تاريخ انتهاء البطاقة : ____________________

التاريخ : __________ التوقيع : __________

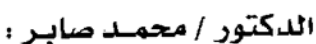
«مؤسسة جائزة زايد الدولية للبيئة»

رقم ٥٠٤ - برج العلي - شارع الشيخ زايد
ص. ب : ٢٨٣٩٩ دبـــــي
الإمارات العربية المتحدة
هاتف : ٣٣٢٦٦٦٦ - ٠٤ (٩٧١+)
فاكس : ٣٣٢٦٧٧٧ - ٠٤ (٩٧١+)

بريد إلكتروني : zayedprz@emirates.net.ae
الموقع على الإنترنت : www.zayedprize.org



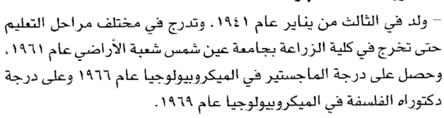
طبع في
مطبعة بن دسمال
فاكس: ٢٨٢٣٩٣٠ - دبي - الإمارات العربية المتحدة



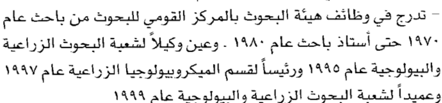
المؤلف فى سطور



الدكتور / محمد صابر :



- ولد في الثالث من يناير عام ١٩٤١، وتدرج في مختلف مراحل التعليم حتى تخرج في كلية الزراعة بجامعة عين شمس شعبة الأراضي عام ١٩٦١، وحصل على درجة الماجستير في الميكروبيولوجيا عام ١٩٦٦ وعلى درجة دكتوراه الفلسفة في الميكروبيولوجيا عام ١٩٦٩.



- تدرج في وظائف هيئة البحوث بالمركز القومي للبحوث من باحث عام ١٩٧٠ حتى أستاذ باحث عام ١٩٨٠ . وعين وكيلاً لشعبة البحوث الزراعية والبيولوجية عام ١٩٩٥ ورئيساً لقسم الميكروبيولوجيا الزراعية عام ١٩٩٧ وعميداً لشعبة البحوث الزراعية والبيولوجية عام ١٩٩٩

- ألف عشرات الكتب فى مجال تبسيط العلوم نشرت باللغة العربية. كما ألف كتاباً عن الزراعة النظيفة باللغة الإنجليزية. وترجم سبع كتب ومجلات علمية إلى اللغة العربية نشرتها هيئات دولية. ونشر ١٢٠ بحث فى مختلف مجالات العلوم الأحيائية والزراعية والبيئية فى المجلات والمؤتمرات المحلية والعالمية.
- عضو ورئيس العديد من اللجان والتشكيلات العلمية فى الوزارات وأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا والمركز القومي للبحوث، وعضو شعبة البيئة بالمجالس القومية المتخصصة.
- تولى تدريس العديد من المقررات الجامعية لطلاب البكالوريوس والدراسات العليا في الجامعات المصرية والعربية، وعمل أستاذا زائرا فى جامعة كيل الألمانية عام ١٩٨٧، وفيجامعة ولاية ميتشيجان الأمريكية عام ١٩٨٨، وفي جامعة لوليو السويدية عام ١٩٩٨.
- رئيس اللجنة القومية للمسائل البيئية والبرنامج الدولي للجيوسفير والبيوسفير.
- رئيس لجنة توثيق منجزات أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.
- رئيس لجنة الموسوعات والكتب العلمية المبسطة بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.
- أشرف على العديد من الرسائل الجامعية لطلاب الماجستير والدكتوراه، وتولى رئاسة وعضوية الفرق البحثية لأربعة عشر مشروعاً على المستوى القومي والدولي.
- شارك وألقى بحوثاً ومحاضرات وتولى إدارة جلسات علمية فى عشرات المؤتمرات المحلية والإقليمية والدولية، وقدم استشارات علمية لبعض المؤسسات الدولية.
- عضو فى خمس جمعيات علمية، ومؤسس جمعية تنمية نظم الزراعة النظيفة.
- أبتكر المخصب الأحيائي متعدد السلالات سيكروبين الذى تنتجه وتسوقه وزارة الزراعة منذ عام ١٩٩٢.
- عضو اللجنة التحضيرية للمؤتمر الدولي عن التغير فى كوكب الأرض والتنمية المستديمة الذي ينظمه البرنامج الدولي للجيوسفير والبيوسفير عام ٢٠٠٤.
- حصل على جائزة التشجيع العلمي للمركز القومى للبحوث عام ١٩٨٢، وعلى جائزة التفوق العلمي والميدالية الذهبية للمركز القومي للبحوث عام ١٩٩٧، وعلى جائزة الدكتور مصطفى طلبة للبحوث البيئية عام ١٩٩٨، ورشحه المركز القومي للبحوث لجائزة الدولة التقديرية في العلوم التكنولوجية المتقدمة.



تم طبع هذا الكتاب برعاية

إدارة الجنسية والإقامة دبي

